STRATEGI BELAJAR MENGAJAR BERBASIS STEAM

(Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)

Nurbaya ▪ Dinda Widyastika ▪ Zuli Nuraeni ▪ Shorihatul Inayah ▪ Sabri ▪ Munifah Ramon Buhungo ▪ Mulhimah Sidqiyah Kau ▪ Lela Nurlela ▪ Diah Citra Ningrum ▪ Hanida Listiani ▪ Nia Kania

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
UM

Strategi Belajar Mengajar Berbasis STEAM

(*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*)

Nurbaya ■ Dinda Widyastika ■ Zuli Nuraeni ■ Shorihatul Inayah ■ Sabri ■ Munifah Ramon Buhungo ■ Mulhimah Sidqiyah Kau ■ Lela Nurlela ■ Diah Citra Ningrum ■ Hanida Listiani ■ Nia Kania

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA

PASAL 72
KETENTUAN PIDANA SANKSI PELANGGARAN

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,- (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,- (lima miliar rupiah).

2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,- (lima ratus juta rupiah).

Strategi Belajar Mengajar Berbasis STEAM
(*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*)

Hak Cipta © 2024 pada penulis.

Penulis . Nurbaya ■ Dinda Widyastika ■ Zuli Nuraeni ■ Shorihatul Inayah ■ Sabri ■ Munifah Ramon Buhungo ■ Mulhimah Sidqiyah Kau ■ Lela Nurlela ■ Diah Citra Ningrum ■ Hanida Listiani ■ Nia Kania
Editor . Yusmarni Yusli
Setting dan Layout . Tim Penerbit
Desainer Sampul . Zaenal Arifin
Cetakan 1 . September 2024
Diterbitkan oleh . CV. Edupedia Publisher
Alamat . Jl. Trajaya, Palasah, Kab. Majalengka, Jawa Barat
Telp/WA. 0822-1856-0919
edupedia.publisher@gmail.com
ISBN . 978-623-8643-61-5

Anggota IKAPI No. 465/JBA/2023

Dilarang keras mengutip, menjiplak, memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku ini serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari Penerbit Edupedia Publisher.

© HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadirat Allah SWT atas terselesaikannya Buku ini dengan judul Strategi Belajar Mengajar Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Buku ini hadir untuk menjawab kebutuhan dunia pendidikan yang semakin berkembang dalam mempersiapkan generasi yang mampu beradaptasi dengan tuntutan abad ke-21. Di era yang ditandai dengan kemajuan teknologi dan inovasi, pendekatan STEAM menawarkan cara yang holistik untuk mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika ke dalam pembelajaran.

Penerapan STEAM telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, dan berkolaborasi dalam memecahkan tantangan nyata. Buku ini tidak hanya menyajikan teori dan landasan pedagogis dari pembelajaran STEAM, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi pendidik untuk merancang kurikulum, menerapkan metode pembelajaran, serta mengevaluasi hasil belajar siswa.

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyusunan buku ini.

Majalengka, September 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA i
DAFTAR ISI ii
Bab I. Pendahuluan 1
1.1. Definisi dan Konsep Dasar STEAM 1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Pendidikan STEAM 5
1.3. Pentingnya STEAM dalam Pendidikan Modern 6
1.4. Tujuan dan Manfaat Pembelajaran Berbasis STEAM 8
Bab II. Teori dan Landasan Pembelajaran STEAM 11
2.1. Teori Pembelajaran Konstruktivis 11
2.2. Teori Pembelajaran Interdisipliner 17
2.3. Landasan Filosofis dan Pedagogis STEAM 20
2.4. Hubungan antara STEAM dan Pembelajaran Aktif 24
Bab III. Merancang Kurikulum STEAM 29
3.1. Prinsip-Prinsip Desain Kurikulum STEAM31
3.2. Integrasi Mata Pelajaran dalam Kurikulum STEAM 35
3.3. Contoh Kurikulum STEAM untuk Sekolah 40Dasar 39
3.4. Contoh Kurikulum STEAM untuk Sekolah Menengah 45
Bab IV. Metode dan Strategi Pembelajaran STEAM 49
4.1. Metode Proyek dan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) 49
4.2. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) ... 55
4.3. Pembelajaran Kolaboratif dan Kooperatif 60

4.4. Pembelajaran Berbasis Penemuan (Inquiry-Based Learning) 67
Bab V. Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran STEAM 74
5.1. Alat dan Aplikasi Teknologi untuk Pembelajaran STEAM 74
5.2. Virtual Labs dan Simulasi 77
5.3. Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam STEAM 79
5.4. Coding dan Robotik dalam Kurikulum STEAM 82
Bab VI. Evaluasi dan Penilaian dalam Pembelajaran STEAM 86
6.1. Evaluasi dan Penilaian Pembelajaran 86
6.2. Penilaian Berbasis Kinerja 90
6.3. Portofolio sebagai Alat Penilaian 93
6.4. Rubrik Penilaian untuk Proyek STEAM 95
6.5 Refleksi dan Umpan Balik dalam Pembelajaran STEAM 98
6.6 Contoh Refleksi dan Umpan Balik Pembelajaran STEAM dalam Pembelajaran Kimia 101
Bab VII. Inovasi dan Kreativitas dalam Pembelajaran STEAM 108
7.1. Mengembangkan Pemikiran Kreatif dalam STEAM 108
7.2. Mendorong Inovasi di Kelas 116
7.3. Studi Kasus: Inovasi dalam Proyek STEAM 126
7.4. Tantangan dan Peluang dalam Mendorong Kreativitas 127
Bab VIII. Pembelajaran STEAM untuk Beragam Siswa 130
8.1. Strategi Diferensiasi dalam Kelas STEAM 130

8.2. STEAM untuk Siswa Berkebutuhan Khusus 136
8.3. Pengayaan dan Akselerasi dalam Pembelajaran STEAM 140
8.4. Studi Kasus: Keberhasilan STEAM dengan Beragam Siswa 143
Bab IX. Profesionalisme Guru dalam Pembelajaran STEAM 148
9.1. Kualifikasi dan Kompetensi Guru STEAM. 148
9.2. Pelatihan dan Pengembangan Profesional Guru 150
9.3. Komunitas Belajar dan Jaringan Profesional STEAM 153
9.4. Studi Kasus: Pengalaman Guru dalam Pembelajaran STEAM 155
Bab X. Pembelajaran STEAM di Era Digital 158
10.1. Tren dan Inovasi Digital dalam Pendidikan STEAM 158
10.2. Pembelajaran Jarak Jauh dan Hybrid dalam STEAM 160
10.3. Studi Kasus: Implementasi STEAM di Sekolah Digital 163
10.4. Masa Depan Pembelajaran STEAM di Era Digital 166
Bab XI. Riset dan Pengembangan dalam Pembelajaran STEAM 168
11.1. Tren Penelitian dalam Pendidikan STEAM168
11.2. Metodologi Penelitian dalam STEAM 172
11.3. Studi Kasus: Riset Terbaru dalam Pendidikan STEAM 177
DAFTAR PUSTAKA 180
BIOGRAFI PENULIS 201

BAB I | Pendahuluan

1.1. Definisi dan Konsep Dasar STEAM

Pertarungan global yang menuntut sumber daya manusia yang kompetitif dan produktif pada semua lini kehidupan merupakan tantangan yang dihadapi Inonesia saat ini. Perlu membangun kepercayaan diri dan peningkatan kualitas generasi penerus bangsa dengan melibatkan bukan hanya pada skala rumah, sekolah, lingkungan masyarakat tetapi sampai pada tingkat pemerintahan. Optimalisasi SDM dalam berpikir, belajar mandiri, berkolaborasi, berinovasi, berkomunikasi dan berkarya didasari oleh nilai moral dan budaya harus digalakkan pada sistem pendidikan di Indonesia. Disadari atau tidak, jika kita tidak mengambil bagian dari perubahan, maka kitalah yang akan dikendalikan oleh arus perubahan dan tetap tertinggal dari segala aspek kehidupan.

Berdasarkan konsep pembelajaran aktif, beripikir kriti, komunikatif, kolaboratif, berdasar pada perkembangan teknologi, tetapi tetap berpegangan pada nilai budaya maka dikembangkanlah pembelajaran berbasis STEAM (*Science, Technologiy Engineering, Art dan Matematic*). STEAM adalah model pembelajaran yang mengintegrasikan Sains, Teknologi, Teknik, Seni dan Matematika sebagai dasar pengembangan aktifitas penyelidikan siswa, kemampuan komunikasi dan berpikir kritis dalam pembelajaran (Starzinski, 2017). Selain itu, STEM juga merupakan

pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan dalam berpikir kreatif siswa (Anindayati & Wahyudi 2020). Berikut adalah pengertian atau konsep dari unsur-unsur pembelajaran dalam STEAM:

1. *Science* (Sains)

Sains adalah ilmu alam, berasal dari bahasa latin, yaitu *scienta* yang beraryi pengetahuan. Sund dan Trowbribge merumuskan bahwa sains merupakan kumpulan pengetahuan dan proses untuk mendapatkan dan mempergunakan pengetahuan itu. Sains adalah kegiatan pemecahan masalah yang dilakukan oleh manusia yang dimotivasikan oleh rasa ingin tahu tentang dunia sekitar mereka dan keinginan untuk memahami alam tersebut, serta keingian memanipulasi alam dalam rangka meluaskan keinginan atau kebutuhannya.

2. *Technology* (Teknologi)

Teknologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *techne* (keterampilan) dan *logo* (ilmu), yang berarti ilmu tentang keterampilan. Secara umum teknologi adalah ilmu yang berkaitan dengan alat untuk mempermudah manusia dalam pekerjaan. Penciptaan teknologi sudah dimuali sejak sumber daya alam dimanfaatkan sebagai alat-alat sederhana. Pengubahan sumber daya menjadi alat-alat sederhana dimaksudkan untuk menjaga keberlangsungan dan kenyamanan hidup manusia.

3. *Engineering* (Teknik)

Konsep teknik dalam pembelajaran STEAM adalah kecakapan seseorang dalam mengoprasikan alat/benda. Dengan kata lain, *Engineering* dapat diartikan cara melakukan, cara memecahkan masalah, menggunakan berbagai

bahan, merancang, menciptakan serta membangun alat yang dapat difungsikan.

4. *Art* (Seni)

Seni adalah ekspresi dari penuangan hasil pengamatan dan pengalaman yang dikaitkan dengan perasaan, aktivitas fisik dan psikologis dalam bentuk karya. Seni yang dimaksudkan dalam pembelajaran STEAM bukan hanya terbatas pada karya, keindahan, atau hasil ungkapan perasaan, tetapi juga berkitan dengan adat, norma dan budaya yang dianut sesuai pengaplikasian STEAM. Aspek budaya yang erat kaitannya dengan seni, dimaksudkan untuk diikutseratakan dalam pembelajaran di kelas agar peserta didik tidak lupa akan kekayaan budayanya sendiri. Seni yang dapat diterapkan berupa seni rupa (seni pahat, grafik, kriya, lukisan), komunikasi (sastra, periklanan, multimedia, media sosial, dll.), pertunjukkan (film, drama, teater, musik, tari, dan lain-lain), gaya hidup (mode, desain interior, desain produk, dan lain-lain), dan karakter (budaya, perilaku, sikap, dan lain-lain).

5. *Mathematic* (Matematika)

Matematika berasal dari kata *mathema* yang berarti pengkajian dan pembelajaran. matematika lebih menekankan kegiatan dalam dunia rasio (penalaran), bukan menekankan dari hasil eksperimen atau hasil observasi matematika terbentuk karena pikiran-pikiran manusia, yang berhubungan dengan idea, proses, dan penalaran. Dalam pembelajaran STEAM, yang dimaksud matematika lebih mengarah pada pola pikir, pengkajian, dan penalaran terhadap suatu maslah.

Pembelajaran berbasis STEAM tidak terbatas pada belajar teori di kelas, tetapi bagaimana siswa/peserta didik/anak menggunakan tangan dan otak mereka dalam mengimplementasikan ilmu yang mereka pelajari. Metode pembelajaran berbasis STEAM sangat cocok diterapkan pada tingkat Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada satuan pendidikan, karena pada tingkat ini mata pelajaran dapat dikategorikan satu mata pelajaran terintegrasi dengan mata pelajaran lainnya (Syahrul & Nidaul, 2022). Model Pembelajaran STEAM yang mengintegrasi beberapa pelajaran dapat memperkaya khasanah ilmu siswa. Siswa dapat merasakan manfaat dan menerapkan secara langsung teori yang dipelajari.

Siswa harus siap untuk menghadapi tantangan kompleks dalam lingkungan kerja global kompetitif di era informasi yang menuntut kompetensi abad 21, mampu berpikir kritis dan kreatif, mampu menjalin kolaborasi, dan memiliki karakteristik digital dalam mengerjakannya (Nurbaya, 2023; Zikry, 2021). Dapat disebutkan bahwa dunia pendidikan sudah bergerak dari era 4.0 menuju era *society* 5.0, yaitu merupakan konsep teknologi yang menuntut kolaborasi antara manusia dan *Artificial Intelligent* (AI) dalam menyelesaikan masalah sosial pada dunia nyata maupun dunia maya (Sihaloho et al., 2020). Strategi pembelajaran berbasis STEAM ini sesuai dengan konsep pendidikan era 5.0 yang memastikan kualitas pemebelajaran tetap terpenuhi dengan siswa antusias dalam proses belajar-mengajar.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Pendidikan STEAM

Pendidikan terus berinovasi dan bergerak maju mengikuti kebutuhan serta perkembangan zaman. Secara singkat kita bisa melihat perkembangan mulai dari pembelajaran yang berpusat pada guru (era 1.0), pembelajaran berpusat pada hafalan dan pemahaman konsep pada taksonomi bloom (era 2.0), pengaplikasian *flipped classroom* yang menandai era 3.0, era 4.0 yang mengindikasi pergerakan manusia berdasar pada perilaku digital, dan era 5.0 yang ditandai dengan laju informasi dari *big data* pada masyarakat (Nurul, 2022). Pada setiap era diikuti dengan inovasi dalam dunia pembelajaran yang ditandai degan implementasi pembelajaran yang berbeda-beda.

Pendidikan yang memanfaatkan interdisipliner ilmu pengetahuan dan pendekatan aplikatif dalam pemecahan masalah adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Fokus pada pembelajaran STEM adalah meningkatkan pemahaman pada konsep sains dan matematika yang diintegrasikan pada teknologi. Umumnya STEM diajarkan terpisah dari materi seni, kreasi dan desain. Pendidikan berbasis STEM memiliki karakteristik pendekatan yang mengeksplorasi proses belajar mengajar dengan memadukan teknologi, sains, teknik, dan matematika menjadi sebuah unit pelajaran sesuai dengan konsep aplikatif pada dunia nyata (W, Liliawati, 2020). Dalam perkembangannya, seni adalah bagian pendidikan yang tidak bisa dipisahkan dari dinamika pembelajaran abad 21. Unsur seni yang positif, kaya dan kuat dalam peradaban dapat

menjadi terobosan dalam pengembangan pembelajaran dari STEM menjadi STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). Integrasi sains, teknologi, tenik, seni dan metematika dapat terlihat dari karya peserta didik berupa seni rupa, desain interior, film, musik, dan komunikasi melalui media sosia. Gagasan sains dapat dikomunikasikan melalui visual seni seperti buku, gambar, dll., begitu juga sebaliknya seni dapat menggambarkan suatu konsep sains (W, Liliawati, 2020).

STEAM merupakan pembelajaran yang dapat mengkondisikan aktivitas peserta didik agar dapat terlibat dengan topik interdisipliner dan mengintegrasikan seni dalam kurikulum sekolah (Graham, 2020). Dengan pembelajaran berbasis STEAM, pembelajaran lebih bermakna karena siswa terlibat ;angsung dengan kompetensi yang harus dicapai dalam bentuk karya. Pembelajaran STEAM dianggap penyempurnaan dari pembelajaran berbasis STEM dengan penambahan seni dalam pengintegrasiannya dalam dunia pendidikan. Dengan implementasi pembelajaran STEAM, siswa dapat: 1) aktif dan bebas dalam mengekspresikan ide yang kreatif dan inovatif; 2) memperoleh lingkungan belajar kolaboratif; 3) pemahaman mendalam integrasi sains, teknologi, ilmu teknik, seni dan matematika; 4) mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan solutif (Sun & Jeong, 2015).

1.3. Pentingnya STEAM dalam Pendidikan Modern

Kecakapan hidup yang harus dimiliki oleh siswa untuk dapat bertahan di lingkungan global yang kompetitif, perlu dipersiapkan sejak mereka

menempuh pendidikan di sekolah. Penguasaan kompetensi digital oleh siswa menjadi standar kualitas pendidikan di abad 21 ini. Dengan pembelajaran berbasis STEAM, guru mampu menerapkan komptensi pembelajar abad 21 yang terangkum dalam 4C: *Critical thingking and problem solving* (berpikir kritis dan menyelesaikan masalah), *Creativity and innovation* (kreativitas dan inovasi), *Communication* (komunikasi), dan *Collaboration* (kolaborasi) (ISTE, 2007). Penerapan pembelajaran berbasis STEAM akan memberikan implikasi pada bidang pendidikan. Pemeblajaran tidak hanya berfokus pada pencapaian koginitif (matematika dan ilmu pengetahuan alam) tetapi juga memperluas kreativitas melalui seni dan teknologi. Peneilitian terkait penerapan pembelajaran berbasis STEAM menunjukkan peningkatan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa (Bae & Lee, 2020; Kang, 2018).

Penyelesaian masalah oleh peserta didik melalui pembelajaran STEAM akan meningkatkan kreativitas mereka. Permasalahan yang ditelaah dari berbagai sudut pandang, akan membantu peserta didik menjadi pemikir yang lebih fleksibel dan adaptif di tengah dinamika perubahan lingkungan. Kolaborasi dan komunikasi dalam menyelesaikan proyek-proyek yang kompleks akan meningkatkan keterapilan sosial mereka. Keterampilan sosial penting menjaga komunikasi dan kerja sama dalam kelompok. Dengan penerapan STEAM, peserta didik bukan hanya mengembangkan kemampuan akademis, tetapi juga membekali peserta didik sebagai individu yang siap bersaing di era pesatnya perkembangan tenologi.

Teknologi mempengaruhi segala aspek kehidupan seperti lini masa transformasi informasi, cara berkomunikasi, cara bersosialisasi, dan cara bekerja. Profesionalisme seorang guru pun terikat oleh penguasaan kompetensi digital dan ICT skills yang diterapakan dalam pemebelajaran (Nurbaya, 2023). Hal ini menjadi tantangan bagi dunia pendidikan, keberhasilan pembelajaran berbasis STEAM bergantung pada kesiapan guru dalam penerapannya.

Walaupun penting diterapkan dalam pembelajaran, ada beberapa faktor yang menjadi pengahalang dilaksanakannya STEAM. Sebagian guru berpendapat bahwa waktu implementasi pemebelajaran STEAM memerlukan waktu yang lebih lama, dan kesalahan pemahaman lainnya mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM memerlukan biaya yang lebih mahal, serta faktor yang paling penting adalah penguasaan dasar-dasar teknologi oleh guru dalam implementasinya. Keterampilan TIK oleh guru akan bermuara pada siswa. Guru menjadi role mode bagi siswa dalam integrasi teknologi dalam menyelesaikan tugas-tugas setiap hari. Siswa perlu diajarkan dasar-dasar perbagai media dan platform digital, serta kemampuan dasar untuk mencari informasi, komunikasi, kemanan, kreasi konten digital dan pemecahan masalah penting untuk dikuasai oleh siswa (Ferrari, 2013).

1.4. Tujuan dan Manfaat Pembelajaran Berbasis STEAM

Konsep pembelajaran berbasis STEAM adalah pembelajaran yang menitikberatkan pada kreativitas peserta didik dalam memecahkan

masalah dengan mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari. Tujuan dari pembelajaran STEAM menurut Zikry (2024), yaitu

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis

   Permasalahan nyata yang diberikan kepada peserta didik mendorong mereka untuk lebih aktif dalam mencari solusinya. Dengan mengasah kemampuan beripikir kritis, maka juga akan menigkatkan kemampuan berpikir logis.

2. Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah

   Pembelajaran STEAM tidak hanya terbatas pada instruksi pada buku tetapi melatih siswa untuk menggunakan pikiran sendiri dalam memilih solusi yang akan diterapkan.

3. Meningkatkan kemampuan digital

   Pengerjaan proyek atau tugas dalam pembelajaran STEAM memerlukan integrasi teknologi. Hal ini mengharuskan siswa mengasah kompetensi digitalnya dalam bekerja.

4. Meningkatkan rasa percaya diri

   Peserta didik yang sudah dibiasakan mengambil keputusan sendiri dalam menyelesaikan masalah, akan meningktkan rasa percaya dirinya dalam kehidupan sehari-hari.

5. Meningkatkan kolaboras

   Dalam pemebelajaran STEAM, peserta dituntut untuk bekerja secara berkelompok. Dalam kerja tim peserta didik akan mengasah kemampuan bersosialisasi, saling menghargai, dan mengevaluasi hasil kerja mereka.

6. Meningkatkan kemampuan komunikasi

   Kemampuan komunikasi adalah salah satu faktor penentu berhasilnya pembelajaran STEAM. Peserta didik harus bisa mengkomunikasikan ide-

ide nya atau mendengarkan gagasan yang disampaikan oleh orang lain.

7. Meningkatkan keterampilan sosial

Keterampilan sosial ini muncul ketika peserta didik melakukan komunikasi dan kolaborasi dalam menyelsaikan tugas yang diberikan. Keterampilan sosial ini penting dalam bertahan di dunia profesionalisme kerja nantinya.

BAB II

Teori dan Landasan Pembelajaran STEAM

2.1. Teori Pembelajaran Kontruktivis

Dalam dunia pendidikan, pemahaman tentang bagaimana siswa belajar merupakn fondasi yang penting untuk merancang metode dan strategi pengajaran yang efektif. Salah satu teori yang memiliki pengaruh besar dalam bidang ini adalah teori pembelajaran kontruktivis. Teori ini menawarkan perspektif yang berbeda tentang proses pembelajaran, menekankan peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan merak sendiri melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman langsung.

Teori pembelajaran konstruktivis, yang banyak dipengaruhi oleh pemikiran Jean Piaget dan Lev Vygotsky, menekankan bahwa pembelajaran adalah proses yang dinamis dan berkelanjutan di mana individu secara aktif membentuk dan merekonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman mereka. Berbeda dengan pendekatan tradisional yang sering kali memposisikan siswa sebagai penerima pasif informasi, konstruktivisme melihat siswa sebagai peserta aktif yang terlibat dalam eksplorasi, eksperimen, dan refleksi.

Jean Piaget, seorang psikolog perkembangan dari Swiss, mengembangkan teori perkembangan kognitif yang menguraikan bagaimana anak-anak membangun pemahaman dunia mereka melalui proses asimilasi dan akomodasi. Menurut Piaget, pengetahuan tidak

hanya diterima secara pasif, tetapi dibangun secara aktif oleh individu melalui interaksi dengan lingkungan mereka.

Sementara itu, Lev Vygotsky, seorang psikolog Rusia, menekankan pentingnya interaksi sosial dan budaya dalam pembelajaran. Melalui konsep "zona perkembangan proksimal," Vygotsky menjelaskan bahwa pembelajaran terjadi ketika siswa berinteraksi dengan orang lain yang lebih kompeten yang dapat memberikan dukungan dan bimbingan, memungkinkan siswa untuk mencapai pemahaman dan keterampilan yang lebih tinggi.

Pembelajaran konstruktivis tidak hanya terbatas pada pendidikan anak-anak, tetapi juga relevan dalam konteks pendidikan orang dewasa dan pembelajaran sepanjang hayat. Pendekatan ini menekankan pentingnya konteks dan relevansi dalam pembelajaran, serta mendorong penggunaan metode yang memungkinkan siswa untuk terlibat dalam proses penemuan dan penciptaan makna. prinsip-prinsip dasar teori pembelajaran konstruktivis, implikasinya terhadap praktik pengajaran, dan bagaimana pendekatan ini dapat diterapkan dalam berbagai konteks pendidikan. Dengan memahami dan menerapkan teori konstruktivis, pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis, interaktif, dan bermakna bagi siswa.

1. Pengertian

Teori pembelajaran konstruktivis adalah pendekatan yang menekankan bahwa pengetahuan tidak diterima secara pasif tetapi dibangun secara aktif oleh individu melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman langsung. teori kontruktivis berpandangan bahwa belajar adalah

proses yang dinamis dan personal di mana setiap individu mengkonstruksi pemahamanya sendiri. Berikut adalah prinsip-prinsip utama dari teori pembelajaran kontruktivis:

a. Pengetahuan Dibangun Oleh Siswa

Pengetahuan tidak diterima secara pasif oleh siswa, melainkan dibangun secara aktif oleh mereka melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman.

b. Pembelajaran Sebagai Proses Aktif

Siswa terlibat secara aktif dalam proses belajar, mengamati, mengajukan pertanyaan dan berpartisipasi dalam aktivitas yang membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih dalam.

c. Pembelajaran Berbasis Masalah

Siswa diajak untuk menyelesaikan masalah-masalah nyata dan relevan yang memerlukan penerapan pengetahuan dan keterampilan yang mereka pelajari.

d. Kontekstual dan Relevan

Pembelajaran dilakukan dalam konteks yang relevan dan nyata bagi siswa, memungking mereka menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya.

e. Interaksi Social Dan Kolaborasi

Siswa belajar lebih efektif melalui interaksi dan kerja sama dengan teman sekelas, guru, dan orang lain. Pembelajaran kolaboratif membantu siswa melihat berbagai perspektif dan memperdalam pemahaman mereka.

f. Peran Guru sebagai Fasilitator

Guru berperan sebagai pembimbing dan fasilitator yang membantu siswa menemukan jawaban mereka sendiri, memberikan dukungan dan arahan tetapi tidak memberikan jawaban langsung.

g. Refleksi dan Metakognisi

Siswa didorong untuk merenung proses belajar meraka, memahami cara berpikir dan belajar, dan mengembangkan keterampilan metakognitif untuk mengatur pembelajaran mereka sendiri.

h. Zona Perkembangan Proksimal (ZPD)

Konsep yang diperkenalkan oleh Vygotsky, dimana pembelajaran terjadi paling efektif ketika siswa bekerja dalam zona ini-yakni, tugas-tugas yang sedikit di luar jangkauan kemampuan mereka saat ini tetapi dapat dicapai dengan bantuan orang lain (misalnya, guru atau teman sekelar).

i. Belajar Melalui Eksplorasi Dan Penemuan

Siswa didorong untuk mengeksplorasi, bereskperimen, dan menemukan informasi serta konsep-konsep baru sendiri, yang membantu mereka menginternalisasi pengetahuan dengan lebih baik.

Prinsip-prinsp ini mendorong lingkungan beljar yang dinamis dan interaktif, di mana siswa menjadi peserta aktif dalam membangun pengetahuan mereka sendiri, sementara guru menyediakan bimbingan dan dukungan yang diperlukan.

Teori konstruktivis adalah proses belajar terjadi melalui interaksi aktif anatara siswa dan lingkungannya. Pengetahuan dibangun oleh siswa

itu sendiri melalui pengalaman, eksplorasi, dan refleksi. Berikut adalah tahapan utama dalam proses belajar menurur teori konstruktivis:

a. Pengalaman dan observasi
    1) Eksposur ke situasi nyata, siswa mengalami situasi nyata atau simulasi yang relevan dengan materi yang dipelajari. Ini bisa melalui proyek, eksperimen, atau pengalaman langsung lainnya
    2) Observasi, siswa mengamati fenomena atau situasi yang dihadapi. Observasi ini membantu mereka mengumpulkan data awal dan memicu rasa ingin tahu.
b. Aktivitas dan Eksplorasi
    1) Eksperimen dan Praktik, siswa melakukan aktivitas atau eksperimen untuk mengeksplorasi konsep lebih dalam. Mereka memcoba berbagai pendekatan untuk memahami materi.
    2) Eksplorasi mandiri, siswa diberi kesempatan untuk mengeksplorasi topik secara mandiri atau dalam kelompok kecil, mengajukan pertanyaan, dan mencari jawaban.
c. Interaksi Sosial dan Kolaborasi
    1) Diskusi kelompok, siswa berpartisipasi dalam diskusi kelompok di mana mereka berbagi temuan, ide, dan perspektif mereka.
    2) Kolaborasi, siswa bekerja sama dalam kelompok untuk memecahkan masalah, melakukan proyek atau memahami konsep yang kompleks.

d. Konstruksi Pengetahuan
    1) Mengubungkan pengalaman dengan pengetahuan sebelumnya, siswa menghubungkan pengalaman baru dengan pengetahuan dan pengalaman yang sudah mereka miliki. Proses ini membantu mereka membangun pemahaman baru atau merevisi pemahaman yang sudah ada.
    2) Pembentukan konsep, melalui eksplorasi dan refleksi, siswa membentuk konsep dan pemahaman baru. Mereka mengkonstruksi pengetahuan dengan cara yang bermakna bagi mereka.
e. Refleksi dan Evaluasi
    1) Refleksi Diri, siswa merenungkan apa yang telah mereka pelajari, proses yang merak lalui, dan bagaimana pemahaman mereka telah berkembang.
    2) Penilaian Formatif, guru dan siswa melakukan penilaian formatif untuk melihat sejauh mana pemahaman telah tercapai dan mengindentifikasi area yang memerlukan perbaikan.
f. Penerapan Pengetahuan
    1) Aplikasi dalam situasi nyata, siswa menerapkan pengetahuan yang mera peroleh dalam situasi nyata tugas yang relevan. Ini membantu mereka melihat kegunaan praktis dari apa yang mereka pelajari.
    2) Generalizasi, siswa mengembangkan kemampuan untuk menerapkan konsep

yang mereka pelajari ke situasi baru dan berbeda.

g. Umpan Balik dan Penyesuaian
    1) Umpan balik dari guru dan teman, siswa menerima umpan balik dari guru dan teman tentang pemahaman dan kinerja mereka. Ini membantu mereka memperbaiki dan memperdalam pemahaman mereka.
    2) Penyesuaian pemahaman, berdasarkan umpan balik, siswa menyesuaikan dan memperbaiki pemahaman mereka, yang mengarah pada pembelajaran yang lebih baik dan lebih dalam.

h. Pengulangan dan Penguatan
    1) Pengulangan, siswa mengulang konsep-konsep penting melalui berbagai aktivitas dan aplikasi untuk memperkuat pemahaman mereka.
    2) Penguatan, melalui praktik terus-menerus siswa memperkuat pengetahuan dan keerampilan mereka, membuatnya lebih mendalam dan tahan lama.

Teori pembelajaran konstruktivis bahwa guru berperan sebagai fasilitator yang mendukung dan membimbing siswa sepanjang proses ini, membantu mereka mengembangkan pemahaman yang mendalam dan bermakna.

2.2. Teori Pembelajaran Interdisipliner

Di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat, tantangan yang dihadapi oleh masyarakat semakin kompleks dan saling terkait. Masalah-masalah global seperti perubahan iklim,

kesehatan masyarakat, dan ketidaksetaraan social menuntut pendekatan yang lebih komprehensif dan integratif. Pendidikan, sebagai salah satu pilar utama dalam membentuk masa depan, harus mampu menjawab tantangan ini dengan cara yang inovatif dan efektif. Salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam konteks ini adalah teori pembelajaran intersisipliner.

Teori pembelajaran interdisipliner menawarkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan pengetahuan dan metode dari berbagai disiplin ilmu untuk memberikan pemahaman yang lebih holistic tentang suatu topik atau masalah. Pendekatan ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan yang ada dalam pembelajaran yang hanya berfokus pada satu disiplin ilmu, dengan cara menggabungkan perspektif yang berbeda untuk menciptakan pemahaman yang lebih mendalam dan solutif.

1. Pengertian

Teori pembelajaran interdisipliner adalah pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan pengetahuan dan metode dari berbagai disiplin ilmu untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang suatu topik atau masalah. Pembelajaran intersisipliner mengajarkan untuk mengambil wawasan dari disiplin ilmu lain yang mensintesiskannya untuk menciptakan solusi yang dapat diandalkan untuk masalah dunia nyata.

2. Pengertian lebih lanjut
    a. Integrasi Pengetahuan: pembelajaran interdisipliner menggabungkan pengetahuan dari berbagai bidang studi seperti ilmu alam, ilmu social, humaniora, dan tekologi. Hal ini memungkinkan pembelajaran untuk melihat

hubungan antara konsep dan fenomena yang mungkin tidak terlihat dalam pendekaan monodisipliner.

b. Pemecahan masalah kompleks: pendekatan ini sangat efektif dalam menangani masalah yang kompleks dan multifaset, yang memerlukan pemahaman dari berbagai perspektif untuk menemukan solusi yang efektif.
c. Kontekstualisasi pembelajaran: dengan mengaitkan materi pembelajaran dengan konteks dunia nyata yang kompleks, pembelajaran interdisipliner membantu untuk melihat relevansi pengetahuan yang mereka pelajari dengan kehidupan sehari-hari dan tantangan global.
d. Kolaborasi dan keterampilan abad ke-21: pembelajaran interdisipliner mendorong kolaborasi anatara siswa dan guru dari berbagai latar belakang disiplin ilmu, serta mengembangkan keterampilan kritis seperi pemikiran kritis, kreativitas, kemampuan berkomunikasi dan kerjasama.

3. Manfaat pembelajaran interdisipliner
   a. Pemahaman yang lebih mendalam, siswa mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang suatu topik dengan melihatnya dari berbagai sudut pandang.
   b. Pengembangan keterampilan kritis, mendorong siswa untuk berpikir kritis dan analitis dengan menghubungkan dan mengevaluasi informasi dari berbagai sumber.
   c. Kesiapan dunia nyata, memperkuat keterampilan yang diperlukan untuk bekerja

daam lingkungan yang kompleks dan dinamis di dunia nyata.

d. Inovasi, mendorong kreativitas dan inovasi dengan menggabungkan ide-ide dan pendekatan dari berbagai disiplin ilmu.

4. Tantangan pembelajaran interdisipliner
   a. Kompleksitas organisasi, memerlukan koordinasi yang baik anatara berbagai departemen.
   b. Perbedaan metodologi, menyatukan berbagai pendekatan metodologi bisa menajdi tantangan
   c. Evaluasi, menilai kinerja dan pemahaman siswa dalam konteks interdisipliner bisa lebih rumit dibandingkan dengan pendekatan monodisiliner.
5. Contoh penerapan pembelajaran interdisipliner
   a. Studi lingkungan, menggabungkan ilmu ekologi, ekonomi, dan kebijakan public untuk memahami dan menangani masalah lingkungan.
   b. Studi kesehatan masyarakat, mengintegrasikan ilmu biologi, sosiologi, dan statistic untuk mempelajari dan mengatasi masalah kesehatan masyarakat
   c. Teknologi informasi dalam bisnis, menggabungkan ilmu computer, manajemen dan ekonomi untuk mengembangkan solusi teknologi dalam konteks bisnis.

2.3. Landasan Filosofis dan Pedagogis STEAM

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) adalah pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan lima bidang studi utama dengan tujuan mengembangkan

pemikiran kritis, kreativitas, dan keterampilan problem solving. penedkatan ini menekankan pentingnya keterkaitan antara disiplin dan relevansinya dengan dunia nyata.

1. Landasan Filosofis
   a. Konstruktivsme

      Jean piaget dan lev Vygotsky menekankan bahwa pengeathuan dibangun oleh individu melalai interaksi dengan lingkungan dan melalai pengalaman nyata. STEAM mendukung prinsip ini dengan menggabungkan pembelajaran berbasis proyek dan eksperimen yang memingkinkan siswa untuk belajar melalui eksplorasi dan penciptaan.

   b. Pragmatism

      John dewey mengedepankan pembelajaran melalui pengalaman langsung dan relevansi pendidikan dengan kehidupan nyata. STEAM menggabungkan pendekatan ini dengan mendorong siswa untuk mengerjakan proyek yang memiliki aplikasi praktid dan relevan dengan tantangan dunia nyata.

   c. Interdisipliner

      Pendekatan ini mengakui bahwa pengetahuan tidak terkotak-kotak dalam disiplin ilmu yang terpisah, melainkan saling terkait dan terintegrasi. Filosofi ini mendukung integrase ilmu, teknologi, teknik, seni dan matematika dalam satu kurikulum terpadu.

2. Landasan Pedagogis
   a. Pembelajaran berbasis proyek (Project-based learning)

      Siswa bekerja dalam proyek-proyek jangka panjang yang menggabungkan

elemen-elemen dari berbagai disiplin ilmu. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan problem-solving, kolaborasi dan manajemen waktu.

b. Pembelajaran kolaboratif

Menekankan pentingnya kerja sama antara siswa untuk memecahkan masalh dan menyelesaikan proyek. Kolaborasi membantu mengembangkan keterampilan sosial dan komunikasi yang kritis.

c. Pembelajaran Berpusat Pada Siswa (Student Centered Learning)

Pendekatan pedagogis ini menempatkan siswa sebagai pusat dari proses pembelajaran, dengan guru berperan sebagai fasilitator. Siswa didorong untuk mengeksplorasi minat mereka sendiri dan mengambil tangggung jawab atas pembelajaran Mereka.

d. Inkuiri Dan Eksplorasi

Mendorong siswa untuk bertanya, menyelidiki, dan mencari jawaban melalui metode ilmiah dan eksplorasi kreatif. Pendekatan inkuiri mendukung pengembangan keterampilan berpikir Kritis dan Analitis.

e. Integrase Seni

Menambahkan seni ke dalam STEM (menjadi STEAM) memperkaya pengalaman belajar dengan menggabungkan kreativitas dan ekspresi artistic. Seni membantu dalam mengembangkan keterampilan seperti

inovasi, desain, dan komunikasi visual yang penting dalam bidang sains dan teknik.

3. Manfaat Pendekatan STEAM
   a. Pengembangan Keterampilan Abad Ke-21
      STEAM membantu siswa mengembangkan keterampilan yang sangat dibutuhkan di dunia kerja modern, seperti kreativitas, berpikir kritis, komunikasi dan kolaborasi.
   b. Relevansi Dengan Dunia Nyata
      Membuat pembelajaran lebih relevan dengan tantangan dan situasi nyata, sehingga siswa lebih termotivasi dan terlibat dalam proses belajar.
   c. Mendorong Inovasi
      Dengan mengintegrasikan seni ke dalam STEM, pendekatan ini mendorong inovasi dan kreativitas yang penting untuk kemajuan teknologi dan ilmiah
   d. Pemahaman Holistik
      Siswa mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh dan holistic tentang bagaimana berbagai disiplin ilmu saling terkait dan berinteraksi.

Landasan filosofis dan pedagogis STEAM menggabungkan prinsip-prinsip kontruktivisme, pragmatism, dan interdisipliner dengan metode pembelajaran berbasis proyek, kolaboratif, berpusat pada siswa, serta inkuiri dan eksplorasi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar mereka dengan integrase seni dan

pengembangan keterampilan yang relevan dan kehidupan nyata.

2.4. Hubungan antara STEAM dan Pembelajaran Aktif

1. Pembelajaran STEAM

Pembelajaran STEAM adalah model pembelajaran yang menggabungkan lima disiplin ilmu, yakni sains (*science*), teknologi (*technology*), teknik (*engineering*), seni (*art*), dan matematika (*mathematics*) untuk mengatasi permasalahan yang terjadi kehidupan nyata. Model pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Dan Mathematics*) ini diinisiasi oleh Rhode Island School of Design dengan menambahkan art ke dalam kerangka STEM. Pengembangan pembelajaran STEAM ini merupakan integrase antara pembelajaran STEM (*science, technology, engineering, dan mathematics*) dengan seni (*Art*).

Pembelajaran STEAM ini dianggap sebagai model pembelajaran yang tepat untuk diterapkan di berbagai jenjang pendidikan abd ke 21 dikarenakan pembelajaran STEAM dapat membantu mempersiapkan generasi penerus dalam menghadapi perkembangan zaman.

a. Karakteristik Model Pembelajaran STEAM

Pembelajaran STEAM lahir sebagai jawaban atas kebutuhan untuk meningkatkan minat dan keterampilan peserta didik di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). STEAM menggabungkan seni "*Art*" dengan pembelajaran STEM bertujuan untuk meningkatkan kreativitas, inovasi, keterlibatan peserta didik, keterampilan memecahkan masalah, dan manfaat kognitif lainnya. Serta

keterampilan professional yang diperlukan untuk karir dan kemajuan (komunikasi, kerja tim, kemampuan beradaptasi, dll).

Karakteristik pembelajaran STEAM yaitu : (1) STEAM menstimulasi keingintahuan dan motivasi siswa mengenai keterampilan tingkat tinggi yang terdiri dari pemecahan masalah , kerjasama, pembelajaran mandiri, pembelajaran dengan berbasis proyek, pembelajaan berbasis tantangan dan penelitian, (2) STEAM menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning), (3) Pembelajaran STEAM mengajak siswa untuk memahami fenomena-fenomena yang terjadi dikehidupan sehari-hari, (4) STEAM mendorong siswa mengeksplor semua kemampuan yang dimiliki dengan cara masing-masing, (5) Proyek yang dikerjakan menghasilkan karya yang berbeda dan unik dari setiap kelompok ataupun individu.

2. Pembelajaran AKTIF

Pembelajaran AKtif adalah pendekatan pedagogis yang berfokus pada keterlibatan siswa secara langsung dalam proses belajar, dengan tujuan meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kemampuan berpikir kritis. pembelajaran aktif melibatkan metode yang mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses belajar melalui diskusi, kolaborasi, eksperimen, dan pemecahan masalah.

a. Karakteristik pembelajaran Aktif

Pembelajaran aktif memiliki beberapa karakteristik khusu yang membedakan dengan pembelajaran lainnya yaitu: (1) interaktivitas, siswa berinteraksi dengan materi, guru, dan

sesame siswa, (2) kolaborasi, siswa bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas atau proyek, (3) refleksi, siswa merenungkan pengalaman belajar mereka untuk memahami konsep lebih dalam, (4) keterlibatan langsung, siswa terlibat dalam kegiatan praktis yang berhuungan dengan materi pelajaran.

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dan pembelajaran aktif memiliki hubungan yang sangat erat dalam konteks pendidikan modern. Berikut adalah beberapa poin penting yang menggambarkan hubungan tersebut:

1. Pendekatan Interdisipliner:
    - STEAM: Menggabungkan berbagai disiplin ilmu untuk memberikan pemahaman yang lebih holistik dan terintegrasi.
    - Pembelajaran Aktif: Melibatkan siswa dalam kegiatan yang menuntut mereka untuk menerapkan berbagai konsep dari disiplin yang berbeda, mirip dengan pendekatan STEAM yang interdisipliner.
2. Pengembangan Keterampilan Abad 21:
    - STEAM: Menekankan pada pengembangan keterampilan seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.
    - Pembelajaran Aktif: Mendorong siswa untuk secara aktif berpartisipasi dalam proses belajar, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, problem solving, dan kerjasama yang penting di abad 21.
3. Proyek dan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL):
    - STEAM: Sering menggunakan proyek dan pembelajaran berbasis masalah untuk

mengajarkan konsep-konsep yang kompleks dengan cara yang praktis dan relevan.
    - Pembelajaran Aktif: Mengutamakan metode pembelajaran di mana siswa terlibat dalam penyelidikan dan penyelesaian masalah nyata, yang sejalan dengan pendekatan STEAM.
4. Inovasi dan Kreativitas:
    - STEAM: Mendorong inovasi dengan mengintegrasikan seni (Arts) yang sering kali menekankan pada kreativitas dan pemikiran out-of-the-box.
    - Pembelajaran Aktif: Memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi ide-ide baru dan kreatif melalui kegiatan hands-on dan eksperimen.
5. Keterlibatan dan Motivasi Siswa:
    - STEAM: Menggunakan pendekatan yang menarik dan relevan untuk kehidupan sehari-hari, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa.
    - Pembelajaran Aktif: Membuat siswa lebih terlibat dalam proses belajar karena mereka berperan aktif dalam pembelajaran mereka sendiri, bukan hanya sebagai penerima informasi.
6. Teknologi dalam Pendidikan:
    - STEAM: Memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran untuk menjelaskan konsep-konsep yang kompleks.
    - Pembelajaran Aktif: Menggunakan teknologi untuk menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan dinamis, memungkinkan siswa untuk belajar dengan cara yang lebih efektif dan efisien.

Dengan demikian, STEAM dan pembelajaran aktif saling melengkapi dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyeluruh, interaktif, dan relevan bagi siswa. Keduanya berfokus pada pembelajaran yang lebih dari sekadar menghafal informasi, melainkan memahami dan menerapkan pengetahuan dalam konteks dunia nyata.

BAB III

Merancang Kurikulum STEAM

Karakteristik dari pendekatan pembelajaran berbasis STEAM antara lain adanya integrasi antara Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam satu pokok pembahasan, permasalahannya selalu kontekstual dengan kehidupan nyata, pembelajaran yang berbasis proyek, bertujuan menyiapkan generasi yang memiliki SDM sesuai dengan kecakapan Abad 21, sesuai dengan tuntutan *revolusi industry* 4.0 dan penerapan pembelajaran yang bertujuan untuk melatihkan *Softskill* dan *Hard skill.*

Untuk merancang kurikulum STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), berikut adalah beberapa langkah dan pertimbangan penting:

1. Tentukan tujuan pembelajaran:
- Identifikasi kompetensi inti yang ingin dicapai
- Sesuaikan dengan standar pendidikan nasional dan kebutuhan industri

2. Integrasikan disiplin ilmu:
- Rancang aktivitas yang menggabungkan minimal dua bidang STEAM
- Fokus pada pemecahan masalah dunia nyata

3. Desain proyek berbasis inkuiri:
- Buat proyek jangka panjang yang melibatkan semua aspek STEAM

- Dorong siswa untuk mengajukan pertanyaan dan melakukan eksperimen

4. Implementasikan Penerapan:
   - Sajikan masalah kompleks yang membutuhkan solusi interdisipliner
   - Latih siswa untuk berpikir kritis dan kreatif
5. Sediakan lingkungan belajar yang mendukung:
   - Siapkan laboratorium, makerspace, atau studio yang memadai
   - Sediakan akses ke teknologi dan peralatan yang relevan
6. Kembangkan keterampilan abad ke-21:
   - Tekankan kolaborasi, komunikasi, dan pemikiran kritis
   - Latih keterampilan presentasi dan manajemen proyek
7. Evaluasi dan penilaian:
   - Gunakan penilaian autentik dan berbasis kinerja
   - Terapkan rubrik yang mencakup semua aspek STEAM
8. Libatkan mitra eksternal:
   - Jalin kerjasama dengan industri dan perguruan tinggi
   - Undang pakar untuk berbagi pengalaman nyata
9. Pelatihan guru:
   - Berikan pelatihan berkelanjutan untuk guru dalam pendekatan STEAM
   - Dorong kolaborasi antar guru lintas disiplin
10. Fleksibilitas dan adaptasi:
    - Tinjau dan perbarui kurikulum secara berkala

- Sesuaikan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri terkini

3.1. Prinsip-Prinsip Desain Kurikulum STEAM

Kurikulum STEAM, sebagai pendekatan pembelajaran integratif yang menggabungkan Sains, Teknologi, Engineering, Arts, dan Matematika, menuntut perancangan yang cermat dan sistematis. Berikut adalah prinsip-prinsip fundamental yang mendasari desain kurikulum STEAM:

1. Integrasi Interdisipliner:
    - Konektifitas Konseptual:
      Kurikulum STEAM harus mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam satu kerangka yang koheren, bukan hanya mengajarkan masing-masing disiplin secara terpisah. Menjalin hubungan yang kuat antara konsep-konsep dalam berbagai disiplin ilmu, sehingga siswa dapat melihat keterkaitan antara teori dan praktik.
    - Penerapan:
      Menuntut siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu dalam memecahkan masalah nyata.
2. Pembelajaran Aktif dan Inkuiri:
    - Pusat pada Siswa: Menempatkan siswa sebagai agen pembelajaran yang aktif dalam mengeksplorasi, menemukan, dan membangun pengetahuan. Siswa harus aktif terlibat dalam proses belajar, bukan hanya sebagai penerima

informasi, tetapi sebagai peserta aktif dalam eksperimen, desain, dan evaluasi.

- Penerapan:
  Mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan. Gunakan metode pembelajaran aktif seperti diskusi kelompok, eksperimen hands-on, dan presentasi proyek. Dorong siswa untuk mengajukan pertanyaan dan menjelajahi solusi kreatif.

3. Relevansi dengan Dunia Nyata:
   - Konteks Aktual:
     Kurikulum harus relevan dengan kehidupan nyata dan menghubungkan pembelajaran dengan situasi yang relevan. Menghubungkan materi pembelajaran dengan isu-isu kontemporer dan tantangan global.
   - Penerapan Praktis:
     Gunakan skenario dunia nyata atau studi kasus sebagai basis proyek. Misalnya, menggunakan data lingkungan lokal untuk analisis atau desain sistem pengelolaan sampah di sekolah. Memberikan kesempatan bagi siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam konteks kehidupan sehari-hari.
4. Pengembangan Keterampilan Abad 21:
   Berpikir Kritis dan Kreatif: Membudayakan sikap kritis dalam menganalisis informasi dan mengembangkan solusi inovatif.

- Komunikasi Efektif: Melatih siswa untuk menyampaikan ide-ide kompleks secara jelas dan persuasif.
- Kolaborasi: Mendorong siswa untuk bekerja sama dalam tim yang beragam untuk mencapai tujuan bersama.

5. Penggunaan Teknologi yang Efektif:
   - Integrasi Teknologi:
     Teknologi harus digunakan secara efektif untuk mendukung pembelajaran dan memberikan alat tambahan untuk eksplorasi dan presentasi. Memanfaatkan teknologi sebagai alat untuk memperkaya pembelajaran dan meningkatkan keterlibatan siswa.
   - Literasi Digital:
     Gunakan perangkat lunak desain, alat digital untuk eksperimen, atau platform kolaborasi online. Misalnya, menggunakan aplikasi desain grafis untuk proyek seni atau perangkat lunak pemrograman untuk proyek teknologi. Mengembangkan kemampuan siswa dalam menggunakan berbagai perangkat lunak dan platform digital.
6. Pembelajaran Kritis dan Kreatif
   - Pengembangan Keterampilan Berpikir
     Kurikulum harus mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah.
   - Penerapan
     Sertakan kegiatan yang memerlukan analisis mendalam, perencanaan, dan eksplorasi berbagai solusi. Misalnya, dalam proyek desain, siswa dapat

diminta untuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan berbagai desain yang mereka buat.

7. Kolaborasi dan Kerja Tim
   - Kerja Sama
     Mendorong kerja sama dan kolaborasi di antara siswa untuk menyelesaikan proyek dan tugas.
   - Penerapan
     Rancang proyek yang membutuhkan kerja tim, di mana siswa harus berkolaborasi, berbagi tanggung jawab, dan menyatukan ide untuk mencapai tujuan bersama.
8. Fleksibilitas dan Penyesuaian
   - Adaptasi dan Penyesuaian
     Kurikulum harus fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan minat siswa yang beragam.
   - Penerapan
     Berikan opsi bagi siswa untuk memilih atau menyesuaikan aspek proyek sesuai dengan minat mereka. Sesuaikan kurikulum berdasarkan umpan balik dan hasil evaluasi untuk memenuhi kebutuhan siswa.
9. Penilaian Otentik dan Berkelanjutan:
   - Penilaian Berbasis Kinerja:
     Penilaian yang mengevaluasi keterampilan dan pemahaman siswa dalam konteks proyek nyata. Menggunakan berbagai instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan siswa dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan,

- Penilaian Formatif:
  Memberikan umpan balik secara berkala untuk memperbaiki proses pembelajaran. Gunakan rubrik penilaian yang jelas untuk proyek dan aktivitas. Sertakan penilaian diri dan penilaian sejawat untuk mendorong refleksi dan umpan balik yang membangun.

10. Lingkungan Pembelajaran yang Mendukung:
    - Fleksibilitas: Memberikan ruang bagi siswa untuk bereksplorasi dan mencoba hal-hal baru.
    - Kolaborasi: Membangun komunitas pembelajaran yang inklusif dan kolaboratif.
11. Pengembangan Keterampilan Sosial dan Emosional
    - Keterampilan Sosial dan Emosional
      Kurikulum harus mendukung pengembangan keterampilan sosial dan emosional siswa, seperti komunikasi, kepemimpinan, dan manajemen konflik.
    - Penerapan
      Sertakan aktivitas yang membangun keterampilan kerja sama dan komunikasi. Misalnya, presentasi kelompok, diskusi reflektif, dan kegiatan yang mempromosikan empati dan tanggung jawab sosial.

3.2. Integrasi Mata Pelajaran dalam Kurikulum STEAM

Implementasi Kurikulum STEAM

Suksesnya implementasi kurikulum STEAM memerlukan komitmen dari berbagai pihak, termasuk:

- Pengembangan Profesional Guru: Menyediakan pelatihan yang berkelanjutan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan STEAM.
- Infrastruktur yang Memadai: Memastikan ketersediaan fasilitas, peralatan, dan sumber daya yang mendukung pembelajaran STEAM.
- Kolaborasi dengan Mitra Eksternal: Membangun kemitraan dengan industri, perguruan tinggi, dan komunitas untuk memperkaya pengalaman belajar siswa.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip di atas, kurikulum STEAM dapat menjadi landasan yang kuat untuk mempersiapkan siswa menjadi warga negara global yang kreatif, inovatif, dan mampu menghadapi tantangan masa depan. Strategi dan contoh untuk mengintegrasikan mata pelajaran dalam kurikulum STEAM.

1. Identifikasi Tema atau Masalah Utama
   Pilih tema atau masalah besar yang relevan dan menarik, yang memungkinkan eksplorasi dari berbagai disiplin ilmu.

Tema	*Sustainable City Design*
Sains	Mempelajari prinsip ekologi dan dampak lingkungan
Teknologi	Menggunakan perangkat lunak desain untuk merencanakan infrastruktur kota
Teknik	Mendesain sistem pengelolaan air dan energi untuk kota
Seni	Menciptakan model visual dan peta kota
Matematika	Menghitung kebutuhan energi, penggunaan lahan, dan anggaran

2. Rancang Proyek Berbasis Masalah
   Desain proyek yang memerlukan penerapan pengetahuan dari semua disiplin ilmu untuk menyelesaikan masalah atau mencapai tujuan tertentu.

Tema	*Kebun Sekolah Berkelanjutan*
Sains	Mempelajari jenis tanaman yang sesuai dengan iklim lokal
Teknologi	Menggunakan sensor untuk mengukur kelembapan tanah dan pH
Teknik	Mendesain sistem irigasi efisien
Seni	Mendesain dan membuat tanda-tanda informasi untuk kebun
Matematika	Menghitung kebutuhan air dan ruang tanam, serta merencanakan tata letak kebun.

3. Terapkan Keterampilan dari Berbagai Disiplin dalam Aktivitas Kelas
   Integrasikan keterampilan dari berbagai mata pelajaran dalam aktivitas sehari-hari untuk memperkuat hubungan antar disiplin.

Tema	*Pembuatan Model Jembatan*
Sains	Mempelajari kekuatan material
Teknologi	Menggunakan perangkat lunak desain untuk merancang jembatan
Teknik	Membangun model jembatan dengan bahan sederhana
Seni	Mendesain estetika jembatan
Matematika	Menghitung kekuatan dan stabilitas jembatan

4. Gunakan Pembelajaran Berbasis Proyek dan Studi Kasus
   Gunakan pembelajaran berbasis proyek dan studi kasus untuk menghubungkan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu dalam konteks nyata.

Tema	*Desain dan Konstruksi Rumah Ramah Lingkungan*
Sains	Memahami prinsip efisiensi energi dan bahan bangunan ramah lingkungan
Teknologi	Menggunakan alat desain 3D untuk merancang rumah
Teknik	Menerapkan prinsip rekayasa untuk struktur dan sistem pemanas
Seni	Mendesain interior dan eksterior rumah
Matematika	Menghitung biaya, ukuran, dan kebutuhan material

5. Kolaborasi Antar Guru
   Kolaborasikan antar guru dari berbagai disiplin ilmu untuk merencanakan dan mengimplemen-tasikan kurikulum yang terintegrasi.
   Contoh Kegiatan
   Mengembangkan proyek yang menggabungkan elemen dari semua mata pelajaran, seperti "Kampanye Kesadaran Lingkungan" di mana siswa merancang poster, menghitung dampak lingkungan, dan mempresentasikan solusi teknologi.
6. Gunakan Teknologi untuk Integrasi
   Manfaatkan teknologi untuk memfasilitasi integrasi mata pelajaran dan memberikan akses ke sumber daya digital. Contohnya menggunakan aplikasi desain grafis untuk proyek seni, perangkat lunak simulasi untuk eksperimen sains, dan platform kolaborasi online untuk proyek tim.
   Contoh Kegiatan:
   Mengembangkan aplikasi atau situs web yang mendidik tentang topik STEAM tertentu, seperti konservasi energi atau keberagaman hayati.

7. Kembangkan Keterampilan Kritis dan Kreatif
   Rancang kegiatan yang mendorong siswa untuk menggunakan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, yang mencakup semua disiplin ilmu.

Tema	*Tantangan Desain Inovatif*
Sains	Mempelajari prinsip ilmiah yang mendasari desain inovatif
Teknologi	Menggunakan perangkat teknologi untuk mengembangkan dan menguji ide
Teknik	Menerapkan prinsip rekayasa untuk menciptakan solusi praktis
Seni	Mendesain tampilan dan fungsionalitas produk
Matematika	Menghitung dan memodelkan solusi untuk memastikan efektivitas dan efisiensi.

8. Penilaian Terintegrasi

Gunakan penilaian yang mencakup berbagai disiplin ilmu untuk mengevaluasi pemahaman siswa secara holistik. Menggunakan rubrik yang menilai keterampilan dari sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam proyek akhir.

3.3. Contoh Kurikulum STEAM untuk Sekolah Dasar

Berikut adalah contoh kurikulum STEAM untuk sekolah dasar, yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang menyeluruh dan menarik dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam proyek-proyek yang relevan dan bermanfaat:

Tema: Lingkungan Hidup Berkelanjutan
Tujuan Pembelajaran:

- Siswa mampu memahami konsep ekosistem dan rantai makanan.

- Siswa mampu menerapkan prinsip-prinsip daur ulang dan pengurangan sampah.
- Siswa mampu mendesain solusi kreatif untuk masalah lingkungan.

Proyek STEAM:

- Membangun Taman Miniatur: Siswa merancang dan membangun taman miniatur yang lengkap dengan berbagai jenis tanaman dan hewan. Mereka akan belajar tentang jenis tanah, siklus air, dan pentingnya keanekaragaman hayati.
- Membuat Komposter Sekolah: Siswa membuat komposter dari bahan-bahan bekas untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk. Mereka akan belajar tentang proses dekomposisi dan manfaat pupuk organik bagi tanaman.
- Mendesain Produk Daur Ulang: Siswa merancang dan membuat produk baru dari bahan bekas, seperti tas belanja dari kain perca atau hiasan dinding dari botol plastik.

Tema: Energi Terbarukan

Tujuan Pembelajaran:

- Siswa mampu memahami berbagai jenis energi terbarukan.
- Siswa mampu mendesain alat yang memanfaatkan energi terbarukan.
- Siswa mampu menyadari pentingnya menghemat energi.

Proyek STEAM:

- Membuat Kincir Angin Mini: Siswa merancang dan membuat kincir angin mini untuk menghasilkan listrik. Mereka akan

belajar tentang energi angin, konversi energi, dan prinsip kerja generator.

- Membuat Panel Surya Sederhana: Siswa membuat panel surya sederhana untuk menyalakan lampu LED. Mereka akan belajar tentang energi matahari, sel surya, dan sirkuit listrik.
- Mendesain Rumah Ramah Lingkungan: Siswa merancang model rumah yang menggunakan energi terbarukan dan memiliki fitur hemat energi.

Tema: Transportasi Masa Depan
Tujuan Pembelajaran:

- Siswa mampu memahami prinsip kerja berbagai jenis kendaraan.
- Siswa mampu mendesain kendaraan masa depan yang ramah lingkungan.
- Siswa mampu menyadari pentingnya keselamatan dalam berkendara.

Proyek STEAM:

- Membuat Mobil Tamiya Bertenaga Surya: Siswa memodifikasi mobil Tamiya dengan menambahkan panel surya sebagai sumber energinya. Mereka akan belajar tentang energi matahari, transmisi tenaga, dan mekanika.
- Mendesain Kereta Api Maglev: Siswa merancang model kereta api maglev yang dapat melayang di atas rel. Mereka akan belajar tentang gaya magnet, levitasi, dan prinsip kerja kereta api.

CONTOH PROYEK STEAM DASAR

Judul Proyek : Taman Pintar
Durasi : 4-6 minggu

Tujuan Pembelajaran:
- Siswa mampu memahami konsep ekosistem dan keberlanjutan
- Siswa mampu mengaplikasikan keterampilan desain dan teknologi
- Siswa mampu menggunakan matematika untuk perencanaan dan pengukuran
- Siswa mampu mengekspresikan kreativitas melalui seni dan desain *landscape*

Integrasi STEAM

Tema	Proyek	Integrasi STEAM
Lingkungan Hidup	Membuat taman mini dengan sistem irigasi sederhana	Sains (siklus air, tumbuhan), Teknologi (pompa air) Teknik (merancang taman), Seni (menghias taman), Matematika (mengukur, menghitung)
Transportasi	Merancang dan membangun mobil tenaga surya mini	Sains (energi surya), Teknologi (panel surya, motor listrik), Teknik (merancang bodi mobil), Seni (mendesain tampilan mobil), Matematika (menghitung jarak, kecepatan)
Rumah Pintar	Membuat rumah pintar	Sains (listrik, sensor), Teknologi (mikrokontroler,

Tema	Proyek	Integrasi STEAM
	sederhana dengan sensor gerakan	aplikasi), Teknik (merangkai rangkaian), Seni (mendesain tampilan), Matematika (menghitung waktu respons)
Makanan Sehat	Membuat produk makanan sehat olahan sendiri	Sains (nutrisi, mikroorganisme), Teknologi (alat pengolah makanan), Teknik (merancang kemasan), Seni (mendesain label), Matematika (menghitung takaran, biaya)
Hewan	Membuat habitat mini untuk hewan kecil	Sains (ekosistem, perilaku hewan), Teknologi (material habitat), Teknik (membangun habitat), Seni (menghias habitat), Matematika (mengukur, menghitung)

Aktivitas Mingguan:
Minggu 1:
- Pengenalan proyek dan pembentukan kelompok
- Penelitian tentang tanaman lokal dan kebutuhan pertumbuhannya
- Kunjungan ke taman atau kebun terdekat untuk inspirasi
Minggu 2:
- Pembuatan sketsa awal desain taman
- Pembelajaran tentang skala dan pengukuran untuk desain taman
- Mulai membuat anggaran proyek

Minggu 3:
- Finalisasi desain taman menggunakan aplikasi atau kertas milimeter
- Pembuatan maket taman dari bahan daur ulang
- Persiapan presentasi desain
Minggu 4:
- Presentasi desain ke komunitas sekolah
- Revisi desain berdasarkan masukan
- Mulai implementasi: persiapan lahan, penanaman
Minggu 5-6:
- Lanjutan implementasi: penanaman, pembuatan struktur
- Pembuatan sistem monitoring dan penyiraman sederhana
- Pembuatan papan informasi tanaman
Evaluasi:
- Penilaian proses: partisipasi, kolaborasi, dan kreativitas
- Penilaian produk: desain final, maket, dan implementasi
- Presentasi kelompok tentang proyek dan pembelajaran
- Refleksi individu tentang pengalaman STEAM
Keterlibatan Komunitas:
- Mengundang ahli pertamanan lokal sebagai mentor
- Melibatkan orangtua dalam hari implementasi taman
- Membuat acara "Tour Taman Pintar" untuk komunitas sekolah

Proyek ini mengintegrasikan semua elemen STEAM sambil mengajarkan nilai-nilai keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan. Siswa belajar melalui

pengalaman praktis dan melihat hasil nyata dari pekerjaan mereka.

3.4. Contoh Kurikulum STEAM untuk Sekolah Menengah

Tema: Energi Berkelanjutan

Tujuan Pembelajaran:

- Siswa mampu memahami berbagai sumber energi terbarukan dan non-terbarukan.
- Siswa mampu menganalisis dampak penggunaan energi terhadap lingkungan.
- Siswa mampu mendesain sistem energi terbarukan yang efisien.

Proyek STEAM:

- Membangun Rumah Pintar: Siswa merancang dan membangun model rumah pintar yang dilengkapi dengan sistem energi terbarukan, seperti panel surya dan turbin angin. Mereka akan belajar tentang elektronika, pemrograman, dan konsep efisiensi energi.
- Mendesain Kendaraan Listrik: Siswa merancang dan membuat model kendaraan listrik menggunakan baterai dan motor listrik. Mereka akan belajar tentang prinsip kerja motor listrik, konversi energi, dan desain mekanik.

Tema: Teknologi Informasi dan Komunikasi

Tujuan Pembelajaran:

- Memahami prinsip kerja komputer dan jaringan.
- Menguasai bahasa pemrograman.
- Mendesain aplikasi atau perangkat lunak yang bermanfaat.

Proyek STEAM:

- Membuat Aplikasi Mobile: Siswa membuat aplikasi mobile untuk menyelesaikan masalah sehari-hari, seperti aplikasi pelacak kesehatan atau aplikasi pemesanan makanan. Mereka akan belajar tentang pemrograman, desain antarmuka pengguna, dan pengembangan aplikasi.
- Mendesain Robot Autonomous: Siswa merancang dan membangun robot yang dapat bergerak secara otomatis dan melakukan tugas-tugas tertentu. Mereka akan belajar tentang sensor, aktuator, dan algoritma kontrol.

Tema: Bioteknologi
Tujuan Pembelajaran:

- Siswa mampu memahami proses-proses biologis pada tingkat sel dan molekul.
- Siswa mampu menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi dalam pemecahan masalah.
- Siswa mampu menyadari implikasi etika dari perkembangan bioteknologi.

Proyek STEAM:

- Mengkloning Tanaman: Siswa melakukan percobaan kloning tanaman menggunakan teknik kultur jaringan. Mereka akan belajar tentang sel tumbuhan, pertumbuhan tanaman, dan bioteknologi.
- Mendesain Bioreaktor: Siswa merancang dan membangun bioreaktor sederhana untuk memproduksi biofuel. Mereka akan belajar tentang mikroorganisme, fermentasi, dan proses produksi biofuel.

CONTOH PROYEK STEAM

Tema	Proyek	Integrasi STEAM
Energi Berkelanjutan	Merancang dan membangun turbin angin mini	Sains (fisika, energi angin), Teknologi (generator listrik), Teknik (merancang struktur turbin), Seni (desain estetika turbin) Matematika (perhitungan daya),
Kesehatan dan Teknologi	Mengembangkan aplikasi mobile untuk memantau kesehatan	Sains (biologi, fisiologi), Teknologi (pemrograman aplikasi), Teknik (desain antarmuka pengguna), Seni (desain visual) Matematika (analisis data),
Smart City	Merancang sistem transportasi umum yang efisien menggunakan teknologi IoT	Sains (fisika, teknik sipil), Teknologi (sensor, IoT), Teknik (merancang sistem transportasi), Seni (desain visualisasi data) Matematika (optimasi rute),
Lingkungan dan	Membuat sistem akuaponik untuk	Sains (biologi, ekologi), Teknologi

Perubahan Iklim	budidaya ikan dan tanaman	(sistem filtrasi), Teknik (merancang sistem akuaponik), Seni (desain estetika akuaponik) Matematika (perhitungan nutrisi),

BAB IV

Metode dan Strategi Pembelajaran STEAM

4.1. Metode Proyek dan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)

STEAM adalah singkatan dari Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics. Pendekatan pembelajaran ini menggabungkan kelima disiplin ilmu tersebut untuk menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan relevan dengan dunia nyata. Tujuannya adalah untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi pada siswa

Metode dan strategi pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) sering kali menggunakan pendekatan berbasis proyek untuk memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna bagi siswa. Dua pendekatan yang umum digunakan dalam pembelajaran STEAM adalah Metode Proyek dan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL).

- Metode Proyek

  Metode Proyek adalah strategi pembelajaran di mana siswa diberikan suatu tugas atau proyek yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Proyek ini biasanya terintegrasi dengan berbagai disiplin ilmu dan mendorong siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka pelajari.

- Ciri-ciri Metode Proyek
  1. Keterlibatan Aktif Siswa
     Siswa secara aktif terlibat dalam merencanakan, mengorganisasi, dan menyelesaikan proyek.
  2. Pembelajaran Kontekstual
     Proyek yang diberikan biasanya berhubungan dengan situasi kehidupan nyata, sehingga pembelajaran lebih bermakna.
  3. Kolaborasi
     Siswa sering bekerja dalam kelompok, sehingga mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi.
  4. Penilaian Berbasis Proses dan Produk
     Penilaian dilakukan berdasarkan proses pengerjaan proyek dan hasil akhirnya.
- Proyek Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)
  - Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning/PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses penyelesaian proyek sebagai pusat dari pengalaman belajar. Dalam PjBL, siswa belajar melalui eksplorasi, pemecahan masalah, dan pembuatan produk akhir yang relevan dengan topik yang sedang dipelajari.
  - PjBL (Project-Based Learning) adalah sebuah metode pembelajaran di mana siswa secara aktif terlibat dalam proyek yang autentik dan bermakna. Mereka belajar dengan cara melakukan, menyelidiki, dan menciptakan produk atau presentasi. PjBL memberikan

kesempatan bagi siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam konteks yang nyata.

- Ciri-ciri Pembelajaran Berbasis Proyek
  1. Pertanyaan Penuntun
     Proyek dimulai dengan sebuah pertanyaan penuntun atau masalah yang harus dipecahkan oleh siswa.
  2. Penelitian dan Investigasi
     Siswa melakukan penelitian dan investigasi untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.
  3. Interdisipliner
     PjBL mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam satu proyek, mendorong siswa untuk melihat hubungan antar mata pelajaran.
  4. Presentasi dan Refleksi
     Siswa mempresentasikan hasil proyek mereka dan melakukan refleksi terhadap proses dan hasil kerja mereka
- Implementasi dalam Pembelajaran STEAM
  1. Integrasi STEAM
  - Metode Proyek dan PjBL sangat cocok untuk pembelajaran STEAM karena keduanya mendorong integrasi ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam satu proyek yang komprehensif. Misalnya, siswa dapat mengerjakan proyek yang melibatkan pembuatan model ekosistem (sains), menggunakan teknologi untuk mempresentasikan temuan mereka

(teknologi), merancang struktur fisik dari model tersebut (rekayasa), menggabungkan elemen artistik dalam presentasi mereka (seni), dan menghitung data terkait ekosistem (matematika).

- Ketika STEAM dan PjBL diintegrasikan, pembelajaran menjadi lebih menarik dan menantang. Siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep abstrak, tetapi juga diajak untuk menerapkannya dalam proyek-proyek nyata yang relevan dengan kehidupan mereka.

2. Kolaborasi dan Kreativitas

- Kedua metode ini juga mendorong kolaborasi dan kreativitas siswa. Dalam proyek STEAM, siswa perlu bekerja sama untuk mencari solusi inovatif, menggunakan berbagai keterampilan dan pengetahuan yang telah mereka pelajari.

3. Pembelajaran Berbasis Inkuiri

- Dalam konteks STEAM, pembelajaran berbasis proyek juga sering kali berbasis inkuiri, di mana siswa diajak untuk bertanya, menyelidiki, dan menemukan jawaban sendiri melalui eksplorasi dan eksperimen.

➢ Contoh Proyek STEAM-PjBL

- Membangun taman mini
  Siswa merancang dan membangun taman mini yang dilengkapi dengan sistem irigasi otomatis, panel surya untuk penerangan, dan karya seni yang menginspirasi. Proyek ini melibatkan ilmu pengetahuan (tanah, tumbuhan,

energi), teknologi (panel surya, sistem irigasi), teknik (konstruksi), seni (desain taman), dan matematika (perhitungan ukuran, proporsi).

- Merancang aplikasi mobile
  Siswa bekerja sama untuk merancang dan mengembangkan aplikasi mobile yang dapat menyelesaikan masalah sosial tertentu di komunitas mereka. Proyek ini melibatkan ilmu komputer, desain grafis, dan keterampilan pemecahan masalah.
- Membuat film pendek
  Siswa menulis skenario, merekam, mengedit, dan memproduksi film pendek yang mengangkat tema lingkungan atau sosial. Proyek ini melibatkan keterampilan komunikasi, kreativitas, dan kemampuan kerja sama.

➢ Langkah-langkah Melaksanakan Proyek STEAM-PjBL

- Menetapkan tujuan pembelajaran
  Tentukan kompetensi apa yang ingin dicapai siswa melalui proyek ini.
- Memilih topik yang relevan
  Pilih topik proyek yang menarik dan relevan dengan minat siswa serta konteks pembelajaran.
- Membentuk kelompok
  Bagi siswa menjadi kelompok-kelompok kecil untuk bekerja sama menyelesaikan proyek.
- Memberikan tantangan
  Ajukan pertanyaan yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif.

- Memberikan dukungan
  Sediakan sumber daya, alat, dan bimbingan yang diperlukan siswa selama proses pembelajaran.
- Mengevaluasi hasil
  Evaluasi hasil proyek, baik dari segi produk yang dihasilkan maupun proses pembelajaran yang dilalui siswa.

➢ Manfaat Pembelajaran STEAM-PjBL
- Meningkatkan motivasi belajar
  Siswa lebih termotivasi ketika terlibat dalam proyek yang menarik dan relevan.
- Mengembangkan keterampilan abad 21
  Siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.
- Mendorong pembelajaran yang berpusat pada siswa
  Siswa menjadi lebih aktif dan bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri.
- Mempersiapkan siswa untuk masa depan
  Keterampilan yang dikembangkan melalui STEAM-PjBL sangat relevan dengan tuntutan dunia kerja saat ini.

➢ Tantangan dalam Menerapkan STEAM-PjBL
- Kurangnya sumber daya
  Sekolah tidak memiliki sumber daya cukup untuk mendukung proyek-proyek STEAM yang kompleks.
- Kurangnya pengalaman guru
  Tidak semua guru memiliki pengalaman menerapkan pembelajaran STEAM-PjBL.
- Waktu yang terbatas

Kurikulum yang padat seringkali menyulitkan guru untuk mengalokasikan waktu yang cukup untuk proyek-proyek STEAM.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, seperti:

1. Pemerintah
   Menyediakan kebijakan dan anggaran yang mendukung implementasi STEAM-PjBL.
2. Sekolah
   Memberikan pelatihan kepada guru dan menyediakan fasilitas yang memadai.
3. Komunitas
   Membangun kemitraan dengan berbagai pihak untuk mendukung proyek-proyek STEAM siswa.

Dengan dukungan yang kuat, pembelajaran STEAM-PjBL dapat menjadi sebuah transformasi dalam pendidikan, menghasilkan generasi muda yang inovatif dan siap menghadapi tantangan masa depan.

Dengan menggunakan Metode Proyek dan Pembelajaran Berbasis Proyek, pembelajaran STEAM dapat menjadi dinamis, menyenangkan, dan relevan dengan kehidupan nyata, sehingga mendorong minat dan keterlibatan siswa dalam belajar.

4.2. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL)

STEAM adalah pendekatan pembelajaran yang menggabungkan Sains (Science), Teknologi (Technology), Teknik (Engineering), Seni (Arts), dan Matematika (Mathematics). Tujuannya adalah untuk membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan

kolaborasi. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) adalah metode pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran melalui penyelesaian masalah nyata dan relevan.

Pembelajaran STEAM mengintegrasikan Sains, Teknologi, Engineering, Art, dan Matematika, ketika dipadukan dengan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), menciptakan lingkungan belajar yang sangat efektif dan menarik. Kombinasi ini mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif saat mereka mencari solusi untuk masalah dunia nyata.

- STEAM dan PBL
  - STEAM
    Sebuah pendekatan interdisipliner yang menggabungkan lima bidang utama pembelajaran. Ini mendorong siswa untuk melihat dunia secara holistik dan menerapkan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan masalah.
  - PBL
    Model pembelajaran di mana siswa belajar dengan cara menyelidiki dan mencari solusi untuk masalah otentik. Siswa diajak untuk menjadi pemecah masalah aktif, bukan hanya penerima informasi pasif.
- Menggabungkan STEAM dan PBL
  - Relevansi
    Masalah yang dipilih relevan dengan kehidupan sehari-hari, membuat pembelajaran lebih bermakna dan memotivasi siswa.
  - Keterampilan Abad 21

Mengembangkan keterampilan seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi yang sangat dibutuhkan di era digital.

- Pemahaman Konsep yang Lebih Mendalam
  Siswa membangun pemahaman yang kuat tentang konsep-konsep STEAM melalui penerapan langsung dalam konteks masalah nyata.
- Motivasi
  Siswa lebih termotivasi ketika mereka terlibat dalam proses penemuan dan pemecahan masalah

➢ Metode dan Strategi Pembelajaran STEAM-PBL

- Identifikasi Masalah
  Memulai dengan masalah nyata yang kompleks yang relevan dengan topik STEAM.
  Contoh: Menangani perubahan iklim dengan solusi teknologi terbarukan.
- Pembentukan Tim
  Siswa bekerja dalam kelompok untuk meningkatkan kolaborasi dan berbagai perspektif.
  Tim heterogen mendorong pembelajaran dari satu sama lain.
- Penelitian dan Investigasi
  Siswa melakukan penelitian untuk memahami masalah secara mendalam.
  Menggunakan sumber daya seperti buku, artikel ilmiah, wawancara dengan ahli, dll.
- Pengembangan Hipotesis dan Rencana

Siswa mengembangkan hipotesis atau solusi potensial untuk masalah.
Membuat rencana tindakan yang akan mereka lakukan untuk menguji hipotesis tersebut.

- Eksperimen dan Prototipe
  Menerapkan keterampilan STEAM untuk membuat prototipe atau model solusi.
  Menggunakan teknologi, alat laboratorium, dan bahan lainnya untuk eksperimen.
- Pengumpulan dan Analisis Data
  Mengumpulkan data melalui eksperimen dan menguji prototipe.
  Menganalisis data untuk melihat apakah solusi bekerja seperti yang diharapkan.
- Refleksi dan Revisi
  Merenungkan hasil dan proses yang telah dilakukan.
  Mengidentifikasi area untuk perbaikan dan melakukan revisi pada solusi.
- Presentasi dan Evaluasi
  Siswa mempresentasikan solusi mereka kepada guru, teman, dan mungkin juga ahli eksternal.
  Menerima umpan balik dan mengevaluasi efektivitas solusi yang diusulkan.

➢ Implementasi

- Fleksibilitas
  Memberikan siswa kebebasan untuk mengeksplorasi ide-ide mereka.
- Pendampingan
  Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan dan dukungan.
- Akses Sumber Daya

Memastikan siswa memiliki akses ke berbagai sumber daya yang diperlukan.

- Penilaian Autentik
  Menggunakan penilaian yang mencerminkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.

➢ Contoh Penerapan STEAM-PBL

- Masalah:
  Bagaimana cara mengurangi sampah plastik di sekolah?
  - ✓ Sains: Mempelajari dampak plastik terhadap lingkungan.
  - ✓ Teknologi: Mendesain aplikasi untuk memonitor penggunaan plastik.
  - ✓ Engineering: Membuat tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah.
  - ✓ Art: Membuat poster kampanye untuk mengurangi penggunaan plastik.
  - ✓ Matematika: Menghitung jumlah sampah plastik yang dihasilkan dan potensi penghematan.

➢ Keuntungan Metode PBL dalam STEAM

- Pembelajaran Aktif
  Siswa lebih terlibat dan termotivasi.
- Keterampilan Abad 21
  Mengembangkan keterampilan seperti kerja sama, komunikasi, dan manajemen waktu.
- Kontekstualisasi Pembelajaran
  Membuat hubungan antara teori dan aplikasi dunia nyata.
- Pengembangan Keterampilan Penelitian
  Siswa belajar cara mencari dan mengelola informasi dengan efektif.

- Pembelajaran Interdisipliner
  Mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk solusi yang komprehensif.

➢ Tantangan dan Solusi
- Kompleksitas Masalah
  Masalah harus cukup menantang tapi sesuai dengan tingkat keterampilan siswa.
- Waktu dan Sumber Daya
  Membutuhkan alokasi waktu yang cukup dan sumber daya yang memadai.
- Evaluasi
  Menilai kinerja siswa secara holistik, bukan hanya berdasarkan hasil akhir tetapi juga proses.

Dengan menggabungkan metode STEAM dan PBL, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan bagi siswa, mempersiapkan mereka untuk tantangan dunia nyata dengan keterampilan yang mereka butuhkan di masa depan.

Dengan menggabungkan STEAM dan PBL, Anda dapat menciptakan pengalaman belajar yang menarik, relevan, dan bermakna bagi siswa.

4.3. Pembelajaran Kolaboratif dan Kooperatif

Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) yang diterapkan melalui pembelajaran kolaboratif dan kooperatif bertujuan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Metode ini menekankan kerja tim dan partisipasi aktif siswa dalam proses belajar.

Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yang dipadukan

dengan pembelajaran kolaboratif dan kooperatif merupakan pendekatan yang sangat efektif untuk mengembangkan keterampilan abad 21 pada siswa. Dalam model ini, siswa tidak hanya belajar secara individu, tetapi juga bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dan autentik.

- STEAM dengan Pembelajaran Kolaboratif dan Kooperatif
  - Pembelajaran yang Mendalam
    Siswa dapat saling berbagi ide, pengetahuan, dan perspektif yang berbeda, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam.
  - Keterampilan Sosial
    Kolaborasi membantu siswa dalam keterampilan komunikasi, negosiasi, dan kerja sama tim.
  - Kreativitas dan Inovasi
    Dalam lingkungan kolaboratif, siswa lebih berani untuk berpikir kreatif dan mencari solusi yang inovatif.
  - Motivasi
    Bekerja dalam kelompok dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dan memberikan rasa memiliki terhadap hasil yang dicapai.

Metode dan Strategi Pembelajaran STEAM dalam Pembelajaran Kolaboratif dan Kooperatif:

1. Proyek Berbasis Masalah (PBL)
   - Pembentukan Kelompok: Bentuk kelompok heterogen yang terdiri dari siswa dengan berbagai kemampuan dan latar belakang.

- Identifikasi Masalah: Pilih masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan menarik bagi siswa.
- Proses Pemecahan Masalah: Bimbing siswa untuk melalui tahapan-tahapan pemecahan masalah, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan solusi, hingga presentasi hasil.
- Contoh: Mendesain taman sekolah yang berkelanjutan, membangun robot untuk menyelesaikan misi tertentu, atau membuat aplikasi mobile untuk memecahkan masalah sosial.

2. Pembelajaran Berbasis Inkuiri
   - Mendorong Pertanyaan: Ajak siswa untuk mengajukan pertanyaan tentang fenomena alam atau sosial yang mereka amati.
   - Eksplorasi: Berikan siswa kesempatan untuk mengeksplorasi pertanyaan mereka melalui eksperimen, observasi, atau penelitian.
   - Diskusi Kelompok: Fasilitasi diskusi kelompok untuk berbagi temuan dan membangun pemahaman bersama.
   - Contoh: Menyelidiki penyebab perubahan iklim, menganalisis karya seni modern, atau merancang eksperimen untuk menguji hukum fisika.
3. Pembelajaran Berbasis Proyek:
   - Pemilihan Proyek: Pilih proyek yang menantang dan memungkinkan siswa untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu STEAM.

- Perencanaan dan Pelaksanaan: Bimbing siswa dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek mereka.
- Presentasi: Mengajak siswa untuk mempresentasikan hasil proyek mereka kepada kelas atau komunitas yang lebih luas.
- Contoh: Merancang dan membangun sebuah kota mini yang berkelanjutan, membuat film animasi yang menggabungkan ilmu pengetahuan dan seni, atau mengembangkan permainan edukasi berbasis teknologi.

4. Pembelajaran Berbasis Permainan:
   - Permainan Edukatif: Gunakan permainan edukatif yang menggabungkan unsur STEAM untuk membuat pembelajaran lebih menyenangkan.
   - Kolaborasi dalam Permainan: Rancang permainan yang mengharuskan siswa bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama.
   - Contoh: Bermain simulasi membangun kota, memecahkan teka-teki berbasis logika, atau membuat permainan video sederhana.

➢ Implementasi
   - Fleksibilitas: Berikan siswa kebebasan untuk mengeksplorasi ide-ide mereka dan memilih cara mereka sendiri untuk menyelesaikan masalah.
   - Pendampingan: Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan dan dukungan saat dibutuhkan.

- Akses Sumber Daya: Pastikan siswa memiliki akses ke berbagai sumber daya yang diperlukan, baik fisik maupun digital.
- Penilaian yang Otentik: Gunakan penilaian yang mencerminkan kemampuan siswa dalam bekerja sama, memecahkan masalah, dan menerapkan konsep STEAM.

Dengan menggabungkan STEAM dengan pembelajaran kolaboratif dan kooperatif, Anda dapat menciptakan lingkungan belajar yang dinamis, menarik, dan relevan bagi siswa:

1. Pembentukan Kelompok
   - Kelompok Heterogen: Membentuk kelompok yang terdiri dari siswa dengan berbagai kemampuan, latar belakang, dan minat untuk menciptakan lingkungan belajar yang kaya.
   - Peran dalam Kelompok: Menetapkan peran yang jelas seperti pemimpin, pencatat, penyelidik, dan presenter untuk memastikan kontribusi merata.
2. Penyelesaian Masalah Secara Kolaboratif
   - Tugas Proyek STEAM: Siswa diberi proyek yang menggabungkan elemen-elemen STEAM, seperti merancang jembatan yang kokoh, membuat aplikasi teknologi ramah lingkungan, atau menciptakan karya seni berbasis matematika.
   - Penelitian Bersama: Anggota kelompok bekerja sama untuk mengumpulkan informasi, melakukan eksperimen, dan mengembangkan solusi.

3. Pembelajaran Berbasis Inquiry
   - Pertanyaan Panduan: Menggunakan pertanyaan panduan untuk memicu diskusi dan penelitian lebih lanjut, seperti "Bagaimana kita bisa menggunakan teknologi untuk memecahkan masalah lingkungan lokal?"
   - Eksplorasi Mandiri: Siswa diberi kebebasan untuk mengeksplorasi berbagai sumber dan metode dalam mencari jawaban atas pertanyaan yang mereka hadapi.
4. Teknik Pembelajaran Kooperatif
   - Jigsaw: Setiap anggota kelompok bertanggung jawab atas satu bagian informasi yang kemudian dibagikan kepada kelompok, sehingga semua anggota mendapat pemahaman yang lengkap.
   - Think-Pair-Share: Siswa memikirkan solusi secara individu, berdiskusi dengan pasangan, dan kemudian berbagi dengan kelompok besar.
   - Gallery Walk: Kelompok membuat presentasi atau poster tentang proyek mereka dan berjalan mengelilingi kelas untuk melihat dan memberi masukan pada proyek kelompok lain.
5. Penggunaan Teknologi
   - Alat Kolaboratif Online: Menggunakan platform seperti Google Docs, Padlet, atau Trello untuk kolaborasi daring, berbagi sumber daya, dan komunikasi.

- Simulasi dan Model Digital: Menggunakan perangkat lunak simulasi untuk menguji hipotesis atau merancang prototipe.

6. Penilaian dan Umpan Balik
   - Penilaian Formatif: Guru memberikan umpan balik terus-menerus selama proses proyek untuk membantu kelompok tetap di jalur yang benar.
   - Penilaian Autentik: Menilai proyek berdasarkan kriteria yang mencerminkan tugas dunia nyata, seperti efektivitas solusi, kreativitas, dan kerjasama tim.
   - Refleksi Kelompok: Mengadakan sesi refleksi di mana siswa mendiskusikan apa yang telah mereka pelajari, tantangan yang dihadapi, dan bagaimana mereka bekerja sama sebagai tim.

➢ Keuntungan Metode Kolaboratif dan Kooperatif dalam STEAM
   - Pembelajaran yang Mendalam: Siswa mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep STEAM melalui eksplorasi dan aplikasi praktis.
   - Keterampilan Sosial: Mengembangkan keterampilan interpersonal seperti komunikasi, kepemimpinan, dan manajemen konflik.
   - Motivasi Belajar: Siswa lebih termotivasi ketika mereka bekerja bersama rekan-rekan mereka dan melihat dampak nyata dari pekerjaan mereka.
   - Pengembangan Kreativitas: Siswa didorong untuk berpikir di luar kotak dan mengembangkan solusi inovatif untuk masalah yang kompleks.

- Tantangan dan Solusi
  - Kesenjangan Keterampilan: Mengatasi perbedaan keterampilan di antara siswa dengan memberikan tugas yang sesuai dan dukungan tambahan bagi yang membutuhkan.
  - Manajemen Waktu: Mengelola waktu dengan baik dan memastikan bahwa setiap anggota kelompok tetap fokus pada tujuan proyek.
  - Keterlibatan Siswa: Menciptakan suasana belajar yang inklusif dan menyenangkan untuk memastikan semua siswa terlibat dan berkontribusi.

Metode dan strategi ini membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang dinamis dan interaktif, di mana siswa dapat mengembangkan keterampilan untuk sukses dan terus berkembang.

4.4. Pembelajaran Berbasis Penemuan (Inquiry-Based Learning)

Pembelajaran berbasis penemuan (inquiry-based learning) adalah pendekatan pembelajaran di mana siswa secara aktif mencari jawaban atas pertanyaan mereka sendiri. Ketika dipadukan dengan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics), pendekatan ini menciptakan lingkungan belajar yang sangat kaya, mendorong siswa menjadi pembelajar mandiri dan kreatif.

Pembelajaran berbasis penemuan (Inquiry-Based Learning) adalah pendekatan yang menempatkan siswa sebagai pusat proses belajar dengan mendorong mereka untuk bertanya, menyelidiki, dan menemukan jawaban sendiri.

Dalam konteks STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), metode ini membantu siswa mengembangkan keterampilan kritis dan kreatif melalui eksplorasi dan penemuan.

- Menggabungkan STEAM dan Inquiry-Based Learning
  - Pembelajaran yang Mendalam: Siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga membangun pemahaman konsep yang mendalam melalui proses penemuan.
- Keterampilan Abad 21: Mengembangkan keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi.
- Relevansi: Masalah yang dikaji seringkali relevan dengan kehidupan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.
- Motivasi: Siswa lebih termotivasi ketika mereka terlibat aktif dalam proses pembelajaran dan merasa memiliki kepemilikan atas pengetahuan mereka

Metode dan Strategi Pembelajaran STEAM dalam Inquiry-Based Learning

1. Mulai dengan Pertanyaan
   - Mengajak siswa untuk mengajukan pertanyaan yang menarik dan relevan dengan minat mereka.
   - Contoh: "Bagaimana cara membuat tanaman tumbuh lebih cepat?", "Mengapa langit berwarna biru?", "Bagaimana cara merancang robot yang bisa menari?".
2. Eksplorasi
   - Memberikan siswa kesempatan untuk mengeksplorasi pertanyaan mereka melalui

berbagai aktivitas, seperti eksperimen, observasi, atau penelitian.
- Mendorong siswa untuk menggunakan berbagai sumber online maupun offline.

3. Kumpulkan Data:
   - Mengajak siswa untuk mengumpulkan data yang relevan dengan pertanyaan mereka.
   - Data dapat berupa hasil pengamatan, hasil eksperimen, atau informasi yang diperoleh dari berbagai sumber.
4. Analisis Data
   - Membimbing siswa untuk menganalisis data yang telah mereka kumpulkan.
   - Membantu siswa untuk menarik kesimpulan dan membuat generalisasi.
5. Komunikasi
   - Mengajak siswa untuk berbagi temuan mereka dengan teman sekelas atau komunitas yang lebih luas.
   - Mendorong siswa untuk mempresentasikan hasil kerja mereka dalam berbagai bentuk, seperti laporan tertulis, poster, atau presentasi lisan

➢ Contoh Penerapan STEAM dalam Inquiry-Based Learning
- Proyek Taman Miniatur: Siswa merancang dan membangun taman miniatur yang berkelanjutan, melibatkan konsep-konsep dalam biologi, fisika, dan seni.
- Pembuatan Film Animasi: Siswa membuat film animasi pendek yang menggabungkan ilmu pengetahuan dan seni, seperti animasi tentang siklus air atau sistem tata surya.
- Desain Produk Ramah Lingkungan: Siswa mendesain produk yang ramah lingkungan,

seperti tas belanja dari bahan daur ulang atau alat penghemat energi.

- Implementasi
  - Fleksibilitas: Berikan siswa kebebasan untuk mengeksplorasi ide-ide mereka.
  - Pendampingan: Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan dan dukungan.
  - Akses Sumber Daya: Pastikan siswa memiliki akses ke berbagai sumber daya yang diperlukan.
  - Penilaian yang Otentik: Gunakan penilaian yang mencerminkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah, dan berkomunikasi

Dengan menggabungkan STEAM dan inquiry-based learning, Anda dapat menciptakan lingkungan belajar yang mendorong siswa untuk menjadi pembelajar yang aktif, kreatif, dan kritis

1. Tahap Orientasi dan Pertanyaan
   - Pemicu Minat: Memulai dengan fenomena, masalah, atau pertanyaan yang menarik perhatian siswa. Misalnya, "Bagaimana cara kerja mesin uap?"
   - Pertanyaan Panduan: Siswa diajak untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang relevan dan menggugah rasa ingin tahu mereka.
2. Tahap Investigasi
   - Penelitian dan Eksplorasi: Siswa mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti buku, artikel, eksperimen, dan wawancara dengan ahli.
   - Eksperimen Praktis: Melakukan eksperimen atau membuat prototipe untuk menguji

hipotesis atau konsep yang sedang dipelajari.

3. Tahap Interpretasi dan Analisis
   - Pengumpulan Data: Siswa mengumpulkan data dari hasil eksperimen atau penelitian mereka.
   - Analisis Data: Menganalisis data untuk menemukan pola, hubungan, atau jawaban terhadap pertanyaan awal.
4. Tahap Penyajian dan Diskusi
   - Presentasi Temuan: Siswa mempresentasikan hasil penelitian atau proyek mereka kepada kelas atau audiens yang lebih luas.
   - Diskusi dan Umpan Balik: Melibatkan diskusi kelas untuk mengevaluasi temuan, memberikan umpan balik, dan mengajukan pertanyaan lebih lanjut.
5. Tahap Refleksi
   - Refleksi Individu dan Kelompok: Siswa merefleksikan apa yang telah mereka pelajari, proses yang mereka lalui, dan bagaimana mereka dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka.
   - Evaluasi Proses dan Hasil: Menggunakan rubrik atau alat evaluasi lainnya untuk menilai hasil akhir dan proses pembelajaran.

Strategi Pendukung meliputi:

1. Penggunaan Teknologi dan Alat Digital
   - Sumber Daya Digital: Menggunakan perangkat lunak simulasi, video edukasi, dan platform pembelajaran online untuk mendukung investigasi.

- Alat Kolaboratif: Menggunakan alat kolaboratif seperti Google Classroom, Padlet, atau Trello untuk mendukung kerja tim dan komunikasi.

2. Pembelajaran Interdisipliner
   - Proyek Terintegrasi: Merancang proyek yang mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu STEAM. Misalnya, proyek yang melibatkan pembuatan karya seni berbasis teknologi atau eksperimen sains yang melibatkan prinsip matematika.
   - Kolaborasi Guru: Melibatkan guru dari berbagai disiplin ilmu untuk memberikan perspektif yang lebih luas dan mendalam.
3. Pembelajaran Berbasis Proyek
   - Proyek Jangka Panjang: Mengembangkan proyek jangka panjang yang memungkinkan siswa mengeksplorasi topik secara mendalam dan berkelanjutan.
   - Pendekatan Proyek: Menggunakan pendekatan proyek untuk mengatur dan mengelola proses pembelajaran.
4. Evaluasi Autentik
   - Penilaian Berbasis Kinerja: Menilai keterampilan dan pengetahuan siswa melalui tugas-tugas praktis.
   - Penilaian Formatif: Memberikan umpan balik selama proses pembelajaran untuk membantu siswa meningkatkan pemahaman dan keterampilan

Keuntungan Metode Berbasis Penemuan dalam STEAM adalah:

- Pembelajaran Aktif: Siswa lebih terlibat dan termotivasi dalam proses belajar.

- Pengembangan Keterampilan Abad 21: Mengembangkan keterampilan kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif.
- Peningkatan Pemahaman Konseptual: Siswa memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep STEAM melalui eksplorasi dan penemuan.

Tantangan dan Solusi:

- Keterbatasan Waktu: Mengelola waktu dengan baik dan memastikan bahwa semua tahapan proses pembelajaran tercakup.
- Variasi Kemampuan Siswa: Menyediakan diferensiasi dalam tugas dan dukungan tambahan bagi siswa yang membutuhkan.
- Sumber Daya: Memastikan akses yang memadai terhadap sumber daya yang dibutuhkan untuk eksperimen dan penelitian.

Dengan menerapkan metode dan strategi pembelajaran berbasis penemuan dalam konteks STEAM, siswa dapat mengalami proses belajar yang lebih dinamis, bermakna, dan relevan dengan kehidupan nyata, serta mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di masa depan

BAB V

Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran STEAM

Teknologi dapat memainkan peran penting dalam pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics). Teknologi dapat membantu siswa belajar dan meningkatkan interaksi dengan rekan sekelas dan pengajar, membuat proses belajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan. STEAM adalah metode pembelajaran yang menggabungkan beberapa disiplin ilmu dan menerapkan tipe pembelajaran aktif dan kreatif. Melalui eksplorasi praktis, eksperimen, dan proyek berbasis teknologi, siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Mereka belajar untuk menerapkan konsep-konsep abstrak dalam situasi nyata dan melihat relevansi langsung dari apa yang mereka pelajari.

5.1. Alat dan Aplikasi Teknologi untuk Pembelajaran STEAM

Pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) telah mengalami perkembangan yang signifikan dengan diterapkannya teknologi dalam proses belajarnya. Dengan menggunakan teknologi, siswa dapat belajar secara online dan mengakses bahan ajar yang disediakan melalui berbagai media digital. Pendekatan STEAM dipandang sebagai suatu pendekatan yang bisa menyiapkan generasi abad 21 yang bertujuan untuk menstimulasi kreativitas,

menyiapkan anak-anak dalam dunia kerja yang penuh inovasi dan invensi atau SDM dengan kualitas bagus (Rachmah, dkk., 2022). Teknologi yang digunakan dalam pembelajaran STEAM online sangat beragam, mulai dari video, aplikasi, website hingga alat-alat virtual reality. Hal ini membuat proses belajar menjadi lebih interaktif dan menyenangkan bagi siswa. Selain itu, teknologi juga memudahkan siswa untuk mengakses bahan ajar kapan saja dan di mana saja sehingga belajar menjadi lebih fleksibel.

Teknologi juga memiliki banyak kegunaan yakni membantu dalam meningkatkan interaksi siswa dalam kelas. Dengan menggunakan aplikasi atau website yang tersedia, siswa dapat berinteraksi dengan rekan sekelasnya dan guru secara real-time. Hal ini membuat proses belajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan. Selain itu, teknologi juga memungkinkan siswa untuk berdiskusi dan berkoordinasi dengan rekan sekelasnya dalam proyek kelompok, yang membuat pembelajaran lebih berkesan.

Penggunaan Aplikasi atau Tools Dalam Pembelajaran STEAM Online Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) telah mengalami perkembangan yang signifikan dengan diterapkannya teknologi dalam proses belajarnya. Pembelajaran STEAM juga merupakan pendekatan pembelajaran yang melibatkan siswa secara menyeluruh dalam mengeksplorasi dan memahami makna dari pelajaran yang sedang dilaksanakan (Fatmawati & Mariana, 2022). Salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran STEAM adalah dengan menggunakan aplikasi (tools) yang

tersedia. Aplikasi tersebut dapat membantu siswa dalam belajar, mengerjakan tugas, dan berinteraksi dengan rekan sekelasnya.

Salah satu contoh project penggunaan teknologi dalam kelas STEAM online adalah pembuatan robot menggunakan arduino. Dengan menggunakan aplikasi-aplikasi tersebut, siswa dapat belajar dengan lebih interaktif dan menyenangkan. Secara keseluruhan, penggunaan aplikasi (tools) dalam pembelajaran STEAM online di Sampoerna Academy dapat membantu siswa dalam belajar dan meningkatkan interaksi siswa dengan rekan sekelasnya dan pengajar. Hal ini membuat proses belajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan. Selain itu, dengan proyek-proyek seperti pembuatan robot menggunakan arduino, siswa dapat belajar dengan cara yang lebih praktis dan menyenangkan.

Implementasi teknologi dalam pembelajaran STEAM online membawa tantangan yang harus dihadapi, salah satunya adalah masalah koneksi internet yang tidak stabil. Perangkat teknologi harus diintegrasikan dengan baik dalam proses pembelajaran untuk mencapai hasil yang diharapkan (Nur & Nugraha, 2023). Masalah ini dapat mengganggu proses belajar dan menyebabkan siswa kesulitan dalam mengakses bahan ajar dan berinteraksi dengan rekan sekelasnya. Selain itu, siswa juga dapat mengunduh bahan ajar sebelum kelas dimulai sehingga mereka tetap dapat mengakses bahan ajar meskipun koneksi internet tidak stabil. Untuk mengatasi masalah pengenalan tools, solusi yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan training kepada siswa dan guru tentang

penggunaan tools yang digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, guru juga dapat membuat tutorial yang dapat diakses oleh siswa sehingga mereka dapat belajar menggunakan tools dengan mandiri.

Secara keseluruhan, implementasi teknologi dalam pembelajaran STEAM online membawa tantangan yang harus dihadapi namun dengan solusi yang tepat, tantangan tersebut dapat diatasi. Pembelajaran STEAM mengikuti serangkaian langkah yang direncanakan dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk meraih pretasi melalui berbagai tantangan (Triprani, dkk., 2023). Kesimpulan dari implementasi kegunaan teknologi dalam pembelajaran STEAM online adalah bahwa teknologi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan membuat proses belajar menjadi lebih interaktif dan menyenangkan. Namun, masalah koneksi internet dan pengenalan tools masih menjadi tantangan yang harus dihadapi dalam implementasi teknologi tersebut.

Untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran STEAM online melalui teknologi, salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan training kepada siswa dan guru tentang penggunaan tools yang digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, guru juga dapat menggunakan aplikasi atau website yang tersedia untuk meningkatkan interaksi siswa dalam kelas.

5.2. Virtual Labs dan Simulasi

Jaringan komputer merupakan komponen infrastruktur penting di dunia saat ini. Masyarakat semakin bergantung pada komunikasi, informasi,

dan layanan yang disampaikan melalui jaringan komputer terutama internet. Pada abad ini, sumber daya manusia hampir tergantikan oleh teknologi (Sa'ida, 2021). Pentingnya jaringan komputer tercermin dalam kurikulum pada bidang pendidikan seperti ilmu komputer dan teknik komputer/informatika. Pada kurikulum bidang informatika, jaringan komputer merupakan salah satu mata kuliah dasar pada bidang tersebut. Pembelajaran jaringan komputer mencakup prinsip-prinsip desain jaringan dan operasi seperti: protokol yang mendefinisikan interaksi pada link, node jaringan, dan aplikasi end-sistem, perangkat jaringan, pengaturan dan fungsinya, pengalamatan dan algoritma yang memungkinkan pemilihan jalur terpendek pada routing, dan penjadwalan paket, dan aplikasi jaringan yang menjadi interface jaringan dengan sistem lain yang memanfaatkan jaringan komputer.

Pada proses pembelajaran jaringan, umumnya berupa penjelasan konsep teoritis yang diilustrasikan dengan contoh-contoh dari jaringan yang nyata. Sedangkan pengetahuan praktis masih terbatas dikarenakan keterbatasan sarana dan prasarana. Padahal aspek pengetahuan praktis sangat penting karena teknologi internet didominasi oleh satu set protocol yaitu, TCP/IP. Tanpa pengetahuan konsep dan teknis TCP/IP, siswa akan sulit menerapkan konsep jaringan dalam industri atau bahkan dalam penelitian jaringan.

Karena kebutuhan untuk pengetahuan/pengalaman praktis tentang protokol dan sistem jaringan, diperlukan suatu laboratorium penunjang. Kompetensi yang dimiliki siswa saat

lulus sangat bergantung pada proses pembelajaran yang dilakukan (Upayogi & Juliawan, 2019). Dalam pembelajaran jaringan komputer, pengalaman belajar praktis (*hand-on*) dapat menjadi suatu masalah atau tantangan. Masalah meliputi: kurangnya dana untuk membangun dan memelihara perangkat keras dan perangkat lunak jaringan dalam jumlah yang cukup sehingga setiap siswa dapat memiliki akses yang sama, kurangnya ruang fisik, baik ruang ber-AC untuk server, dan untuk perangkat keras yang digunakan langsung oleh siswa.

Laboratorium khususnya laboratorium jaringan komputer pada umumnya terdiri dari hardware (perangkat jaringan) untuk latihan, atau perangkat lunak untuk mensimulasikan jaringan. Sebuah laboratorium virtual didefinisikan sebagai lingkungan yang interaktif untuk menciptakan dan melakukan eksperimen simulasi: taman bermain untuk bereksperimen (Jaya, 2012). Dengan pendekatan kedua bisa dijadikan solusi untuk mengatasi permasalahan kurangnya fasilitas atau perangkat jaringan nyata. Laboratorium virtual menjadi pilihan solusi untuk mengatasi keterbatasan dan memberikan pengalaman belajar kepada siswa. Laboratorium menjadi bagian dari Laboratorium riil yang digunakan untuk melengkapi dan memperbaiki kelemahan - kelemahan yang ada (Prapanca & Suartana, 2017).

5.3. Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam STEAM

Virtual Reality (VR) yang diartikan dengan Realitas Virtual dan Augmented Reality (AR) yang diartikan dengan realitas tertambah adalah dua

jenis teknologi berbeda yang telah menjadi yang terdepan dalam industri hiburan. Namun, teknologi ini juga diterapkan dalam pendidikan untuk membantu siswa melihat sesuatu dari perspektif baru atau mempelajari keterampilan baru. Menurut definisi, Realitas virtual (VR) adalah simulasi yang dihasilkan komputer dari lingkungan kehidupan nyata yang dapat dieksplorasi dan berinteraksi dengan menggunakan tampilan yang dipasang di kepala atau perangkat lain. Lingkungan imersif ini dapat bersifat interaktif atau non-interaktif. Tampilan yang dipasang di kepala dan perangkat lain yang menyediakan realitas virtual memungkinkan orang untuk mengalami dunia simulasi daripada dunia fisik.

Augmented reality sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata yang berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (*real time*) (Inayah, Dkk., 2022). Sebagai alternatif, Realitas tertambah (AR) adalah superimposisi informasi digital pada pandangan dunia nyata pengguna melalui kacamata, lensa, atau lensa kontak khusus, atau melalui aplikasi yang memproyeksikan gambar virtual di atas umpan kamera langsung dari perangkat seluler. Hal ini dilakukan untuk melengkapi apa yang tampak sebagai pengalaman di dunia nyata. Sementara teknologi ini membawa pembelajaran ke tingkat yang baru, teknologi ini bukannya tanpa batas dan dapat sulit diterapkan oleh guru. Munculnya VR/AR dalam pendidikan dapat mengubah setiap aspek pengajaran dan pembelajaran dengan memberikan pengalaman yang mendalam. Namun, penting bagi guru untuk secara sistematis mengevaluasi potensi

dan adopsi teknologi di kelas mereka sebelum menerapkannya dengan siswa mereka.

Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan substansial dalam penelitian tentang penggunaan augmented reality (AR) dan virtual reality (VR) dalam pendidikan, dengan studi yang meneliti potensi teknologi ini untuk meningkatkan pengalaman belajar. AR memperkaya pengalaman dunia nyata dengan elemen-elemen digital, sementara VR menciptakan lingkungan sepenuhnya digital yang mengecoh indra pengguna untuk merasa seolah-olah mereka benar-benar berada di tempat tersebut (Amalia, 2024). Namun, masih ada kesenjangan penelitian tertentu yang harus diisi. Misalnya, tidak adanya studi aktual yang membandingkan dampak AR dan VR dalam pendidikan merupakan salah satu kesenjangan. Sementara studi telah melihat potensi keuntungan masing-masing teknologi secara individual, ada kebutuhan untuk studi tambahan yang meneliti kegunaan relatifnya dalam lingkungan pendidikan .

Kesenjangan lainnya adalah kurangnya penelitian tentang cara menggunakan teknologi AR/VR untuk melibatkan anak-anak dengan kebutuhan khusus seperti gangguan spektrum autisme (ASD), gangguan hiperaktivitas defisit perhatian (ADHD), disleksia, atau kesulitan belajar lainnya. Diperlukan juga penelitian lebih lanjut tentang bagaimana teknologi AR/VR dapat digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran jarak jauh. Selain itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan bagaimana pendidik dan administrator dapat berhasil menggunakan teknologi AR/VR di kelas mereka tanpa memiliki

keterampilan teknologi khusus. Teknologi AR dan VR yang diperkenalkan meliputi konten digital yang masuk kedalam ranah edukasi, dimana dengan menggunakan konten AR dan ini dapat membantu didalam mempercepat dan meningkatkan proses pembelajaran siswa (Permana, dkk., 2021) Hal ini melibatkan produksi alat dan peluang bagi pendidik untuk membangun keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk menerapkan teknologi ini dengan benar, serta menawarkan sumber daya dan bantuan untuk mengintegrasikan AR/VR ke dalam kurikulum saat ini.

AR dan VR dalam pendidikan, seperti (a) inovasi dan kontribusi akademis dari AR dan VR; (b) Perbedaan dalam aplikasi dan efek VR dan teknologi AR dalam pendidikan; (c) Niat utama guru dan siswa dalam menggunakan AR dan VR; (d) Mode pengajaran dan pembelajaran kelas yang cocok dengan aplikasi AR/VR; dan (e) Melakukan penilaian kelayakan AR/VR dan kemungkinan penerimaan di kelas. guru diharapkan mampu mengembangkan ide-ide kreatif lebih lanjut dengan memanfaatkan beberapa kegiatan alternatif yang ditawarkan (Zuliansyah, 2021)

5.4. Coding dan Robotik dalam Kurikulum STEAM

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mengharuskan anak-anak harus mempersiapkan diri untuk menjawab segala tantangan. Pendidikan teknologi di era digital pada anak usia dini sudah sampai kepada teknologi coding dan robotic. Belakangan istilah coding dan robotic sangat populer, dan memang banyak peminat karena memiliki prospek yang sangat bagus. Educational Robotics dapat digunakan

sebagai alat pembelajaran yang meningkatkan pengalaman siswa melalui pembelajaran langsung dengan menggunakan robot dapat membuat lingkungan belajar yang menyenangkan dan mengasyikkan melalui integrasi sifat praktis dan teknologinya (Arifudin, dkk., 2022). Faktanya adalah teknologi yang kita gunakan sehari-hari seperti smartphone merupakan hasil proses coding, dan di masa depan robotic memiliki potensi untuk membantu manusia dalam beraktivitas, manufaktur berkelanjutan, dan pemeliharaan lingkungan, bahkan beberapa pekerjaan manusia akan tergantikan oleh robot.

Keterampilan di bidang teknologi sudah menjadi kebutuhan dasar, mulai dari menerapkannya pada kegiatan sehari-hari, sampai dengan untuk masa depan anak-anak. Untuk itu sejak usia dini anak harus mengenal dan mempelajari teknologi, khususnya teknologi coding dan robotic, karena akan membantu anak-anak sebagai generasi masa depan mempersiapkan diri. Coding berkaitan dengan perintah yang dipahami dan dijalankan oleh komputer. Pengertian coding adalah cara manusia berkomunikasi dengan komputer dengan cara menciptakan aplikasi yang berguna dalam penyelesaian masalah. Pendidikan teknologi coding berarti kegiatan yang dapat memberikan stimulasi anak sejak usia dini terhadap cara anak berpikir kreatif, sikap bekerjasama dan berkomunikasi.

Robotic adalah bidang ilmu yang berkaitan dengan desain, pembuatan, dan penggunaan robot. Dalam hal ini, robot adalah elektronik yang dapat melakukan tugas secara otomatis atau bantuan pengendali manusia. Robotic menggabungkan

berbagai disiplin ilmu, seperti ilmu komputer, teknik elekktronik, dan teknik mesin. Robotic atau robotika mencakup berbagai jenis robot, mulai dari robot industri seperti bidang kesehatan, manufaktur, hingga robot pembersih rumah tangga.

Coding dan robotic merupakan cara yang populer dan efektif memperkenalkan teknologi kepada anak-anak. Belajar coding dan robotik memungkinkan anak menjadi inovator teknologi masa depan. Mengasah potensi dan keterampilan dalam pengembangan teknologi, dan memahami bagaimana teknologi bekerja, serta bagaimana menggunakannya untuk memecahkan masalah. Pada dasarnya membekali mereka untuk memiliki kemampuan berpikir yang terstruktur dan logis, untuk mengembangkan kemampuannya di masa yang akan datang. Saat belajar coding anak dapat belajar memahami konsep algoritma sederhana dan memecahkan masalah.

Coding juga menjadi salah satu contoh berpikir out of the box. Dengan coding anak-anak dapat mengekspresikan ide dan kreativitas mereka, misalnya pengembangan aplikasi, dan game sederhana. Ketika anak memiliki keinginan yang kuat untuk belajar dan mendapatkan pengetahuan lingkungan tempat tinggalnya, anak akan termotivasi untuk mencari tahu melalui stimulasi yang tepat, misalnya pengalaman langsung sebagai stimulasi belajar yang paling baik (Mulyati, 2023). Sama halnya dengan belajar teknologi coding, belajar teknologi robotic juga memiliki manfaat untuk anak-anak, antara lain sebagai berikut: Meningkatkan kepercayaan diri anak, proses panjang membuat robot membuat anak menghargai proses dan hasil karyanya, dan

merasakan kepuasan dari proses belajar tersebut. Belajar komunikasi dan kolaborasi, untuk membuat dan menguji robot mengajarkan anak-anak belajar komunikasi dan bekerja sebagai tim, serta membantu dalam interaksi sosial. Robotika menawarkan pengalaman belajar yang praktis melalui pembuatan dan pemrograman robot.

Mengingat saat ini banyak pekerjaan-pekerjaan yang berbasis program coding menjadi salah satu cara yang tercepat untuk mengembangkan kemampuan yang inovatif. Sebelum memulai belajar coding dan robotic, penting untuk mempertimbangkan perkembangan kognitif, minat, dan kesiapan anak. Guru seharusnya dapat mendesain sains, coding, dan robotik yang menggunakan pendekatan STEM dengan memperhatikan aspek (1) guru belum memiliki wawasan yang memadai mengenai sains, coding, dan robotik berbasis STEM (2) guru belum memiliki keterampilan dalam menyusun perangkat sains, coding, dan robotik berbasis STEM, (3) kurangnya pengetahuan sumber-sumber digital yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan sains, coding, dan robotik berbasis STEM (Widiyatmoko, dkk., 2023).

BAB VI

Evaluasi dan Penilaian dalam Pembelajaran STEAM

Berikut ini dipaparkan beberapa hal pokok tentang evaluasi dan penilaian dalam pembelajaran STEAM, meliputi; evaluasi dan penilaian pembelajaran, penilaian berbasis kinerja, portofolio sebagai alat penilaian, rubrik penilaian untuk proyek STEAM, refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM, dan contoh refleksi dan umpan balik pembelajaran STEAM dalam pembelajaran kimia.

6.1. Evaluasi dan Penilaian Pembelajaran

Evaluasi pembelajaran adalah proses sistematis untuk mengukur dan memahami efektivitas pembelajaran serta pencapaian tujuan pendidikan. Evaluasi ini penting karena memungkinkan pendidik untuk menilai apakah metode pengajaran yang digunakan efektif dan apakah murid telah mencapai kompetensi yang diharapkan. Menurut Anderson dan Krathwohl (2020), evaluasi pembelajaran melibatkan pengumpulan data yang relevan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam proses belajar mengajar, serta merancang perbaikan yang diperlukan.

Metode evaluasi pembelajaran dapat dibagi menjadi dua kategori utama: evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pembelajaran dengan tujuan

memberikan umpan balik yang dapat digunakan untuk memperbaiki pengajaran dan pembelajaran. Evaluasi sumatif dilakukan pada akhir suatu periode pembelajaran untuk menilai pencapaian keseluruhan murid terhadap tujuan yang telah ditetapkan. Brown dan Green (2021) menjelaskan bahwa kombinasi kedua metode ini memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas pembelajaran dan perkembangan murid.

Salah satu pendekatan modern dalam evaluasi pembelajaran adalah penggunaan teknologi digital. Teknologi memungkinkan evaluasi yang lebih interaktif dan dinamis, serta dapat menyediakan data secara real-time yang berguna untuk analisis yang lebih mendalam. Menurut Miller dan Doering (2022), aplikasi evaluasi berbasis teknologi seperti sistem manajemen pembelajaran (LMS) dan alat penilaian online dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi evaluasi, serta memungkinkan personalisasi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individu murid.

Selain itu, evaluasi pembelajaran juga harus mempertimbangkan aspek keterlibatan dan motivasi murid. Penelitian oleh Ryan dan Deci (2021) menunjukkan bahwa evaluasi yang memberikan umpan balik konstruktif dan memotivasi murid dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mereka. Dengan demikian, penting bagi pendidik untuk tidak hanya fokus pada hasil akhir tetapi juga proses dan pengalaman belajar murid.

Keterlibatan orang tua dalam evaluasi pembelajaran juga menjadi faktor penting. Melibatkan orang tua dalam proses evaluasi dapat memberikan perspektif tambahan dan dukungan

bagi murid. Studi oleh Epstein dan Sheldon (2020) mengungkapkan bahwa ketika orang tua terlibat dalam evaluasi pembelajaran, murid cenderung menunjukkan peningkatan dalam prestasi akademik dan perilaku. Hal ini menunjukkan bahwa evaluasi pembelajaran tidak hanya tanggung jawab pendidik tetapi juga melibatkan berbagai pihak terkait.

Evaluasi pembelajaran menjadi bagian dari siklus perbaikan berkelanjutan dalam pendidikan. Hal ini berarti bahwa hasil evaluasi harus digunakan untuk merancang strategi pengajaran yang lebih baik di masa mendatang. Menurut Fullan (2020), pendekatan evaluasi yang berorientasi pada perbaikan berkelanjutan akan membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap perubahan kebutuhan murid dan perkembangan pendidikan.

Penilaian pembelajaran mencakup dua jenis utama yaitu penilaian formatif dan penilaian sumatif. Pelaksanaan penilaian formatif dilakukan selama proses pembelajaran dengan tujuan memberikan umpan balik yang berkelanjutan kepada murid dan pendidik. Ini memungkinkan penyesuaian metode pengajaran untuk meningkatkan hasil belajar. Di sisi lain, penilaian sumatif dilakukan pada akhir suatu periode pembelajaran untuk mengevaluasi pencapaian akhir murid terhadap standar yang telah ditetapkan. Menurut McMillan (2020), kombinasi yang efektif dari kedua jenis penilaian ini dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang kemajuan dan pencapaian murid.

Penilaian autentik sebagaii fokus utama dalam penilaian pembelajaran modern. Penilaian

autentik menilai kemampuan murid dalam konteks dunia nyata dan situasi yang bermakna. Darling-Hammond dan Adamson (2021) menyatakan bahwa penilaian autentik membantu murid mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan aplikasi praktis dari pengetahuan yang telah dipelajari. Penilaian ini juga memberikan gambaran yang lebih realistis tentang kompetensi murid dibandingkan dengan penilaian tradisional.

Aspek keadilan dan inklusivitas dalam penilaian pembelajaran juga sangat penting. Setiap murid memiliki latar belakang, kemampuan, dan kebutuhan yang berbeda, sehingga penilaian harus dirancang untuk mengakomodasi keragaman ini. Menurut Stiggins (2020), penilaian yang adil dan inklusif adalah penilaian yang mempertimbangkan berbagai perbedaan individual murid dan memberikan kesempatan yang sama bagi semua murid untuk menunjukkan pencapaian mereka.

Penilaian pembelajaran hendaknya melibatkan murid alam prosesnya. Keterlibatan murid dalam penilaian dapat meningkatkan motivasi dan tanggung jawab mereka terhadap pembelajaran. Menurut Andrade dan Brown (2021), ketika murid terlibat dalam penilaian diri dan penilaian teman sejawat, mereka lebih mampu mengenali kekuatan dan kelemahan mereka, serta lebih termotivasi untuk memperbaiki diri.

Penilaian pembelajaran digunakan sebagai alat perbaikan berkelanjutan dalam pendidikan. Hasil penilaian harus dianalisis dan digunakan untuk menginformasikan perencanaan dan pengambilan keputusan pendidikan. Menurut Guskey (2021), pendekatan penilaian yang berfokus

pada perbaikan berkelanjutan akan membantu menciptakan lingkungan pembelajaran adaptif dan responsif terhadap kebutuhan murid dan perkembangan dalam dunia pendidikan. Berikut ini perbedaan antara evaluasi dengan pembelajaran ditinjau dari berbagai literatur.

Aspek	Evaluasi Pembelajaran	Penilaian Pembelajaran
Tujuan Utama	Menilai efektivitas program pendidikan dan strategi pengajaran	Mengukur pencapaian murid terhadap tujuan pembelajaran
Fokus	Menilai keseluruhan proses pembelajaran dan hasilnya	Menilai pencapaian individu murid terhadap standar tertentu
Jenis	Formatif dan sumatif; sering kali fokus pada perbaikan program	Formatif dan sumatif; sering kali fokus pada pencapaian individu
Penggunaan Hasil	Menginformasikan keputusan tentang program dan strategi pengajaran	Memberikan umpan balik untuk murid dan guru, dan menentukan nilai akhir
Pendekatan	Holistik, mencakup berbagai aspek dari lingkungan belajar dan proses pengajaran	Spesifik terhadap kompetensi dan keterampilan yang diukur

6.2 Penilaian Berbasis Kinerja

Penilaian berfokus pada pengukuran pencapaian tujuan. Penilaian pembelajaran

berbasis kinerja (performance-based assessment) adalah metode evaluasi yang mengukur kemampuan murid melalui tugas-tugas yang meniru situasi dunia nyata. Penilaian ini menilai bagaimana murid menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam konteks praktis, bukan hanya melalui tes tertulis atau pilihan ganda. Menurut Darling-Hammond dan Adamson (2021), penilaian berbasis kinerja memungkinkan murid untuk menunjukkan pemahaman mereka secara lebih mendalam dan autentik.

Antara lain keunggulan utama dari penilaian berbasis kinerja adalah kemampuannya untuk menilai keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, kolaborasi, dan komunikasi. Darling-Hammond et al. (2020) menekankan bahwa tugas-tugas kinerja yang kompleks membantu murid mengembangkan dan menunjukkan keterampilan ini dalam konteks yang relevan. Dengan demikian, penilaian ini tidak hanya mengukur apa yang murid ketahui, tetapi juga bagaimana mereka dapat mengaplikasikan pengetahuan tersebut.

Penilaian berbasis kinerja memiliki potensi untuk meningkatkan keterlibatan murid dalam proses pembelajaran. Karena tugas-tugas kinerja sering kali menantang dan relevan dengan kehidupan nyata, murid cenderung lebih termotivasi untuk berpartisipasi dan menunjukkan kemampuan terbaik mereka. Menurut Gulikers, Biemans, dan Mulder (2020), penilaian yang autentik dan bermakna dapat meningkatkan motivasi intrinsik dan keterlibatan murid dalam pembelajaran.

Namun demikian implementasi penilaian berbasis kinerja bukan tanpa tantangan. Salah satu tantangan utamanya adalah kebutuhan akan waktu dan sumber daya yang lebih besar dibandingkan dengan penilaian tradisional. Misalnya, tugas kinerja sering kali memerlukan perencanaan yang cermat, pengawasan yang intensif, dan proses penilaian yang lebih kompleks. Menurut Johnson dan Johnson (2021), pendidik perlu dilatih secara khusus untuk merancang dan menilai tugas-tugas kinerja agar penilaian ini efektif dan adil.

Selain itu penilaian berbasis kinerja juga harus dirancang dengan mempertimbangkan keberagaman murid. Setiap murid memiliki latar belakang, minat, dan gaya belajar yang berbeda, sehingga tugas-tugas kinerja harus inklusif yang memungkinkan semua murid dapat menunjukkan kemampuan mereka. Menurut Wiggins dan McTighe (2020), penting untuk merancang tugas-tugas yang adil dan tidak bias agar setiap murid memiliki kesempatan yang sama untuk berhasil. Platform digital dan alat penilaian online sangat membantu merancang, mengelola, dan menilai tugas-tugas kinerja. Misalnya, portofolio digital memungkinkan murid mengumpulkan dan merefleksikan karya mereka secara terorganisir. Menurut Kimbell (2022), teknologi dapat memperluas jangkauan dan efektivitas penilaian berbasis kinerja, serta memberikan umpan balik yang lebih cepat dan mendetail kepada murid.

Penilaian berbasis kinerja, bila diterapkan dengan baik, dapat memberikan manfaat signifikan bagi pembelajaran murid. Metode ini tidak hanya membantu dalam mengukur pencapaian murid secara lebih komprehensif, tetapi juga mendukung

pengembangan keterampilan yang relevan untuk kehidupan dan karier dimasa depan. Menurut Stiggins (2020), penilaian berbasis kinerja yang efektif memerlukan perencanaan yang matang, pelatihan bagi pendidik, dan dukungan teknologi untuk mencapai hasil yang lebih baik (optimal).

6.3. Portofolio sebagai Alat Penilaian

Portofolio dipahami sebagai kumpulan karya murid yang dikumpulkan selama periode waktu tertentu untuk menunjukkan perkembangan, pencapaian, dan refleksi mereka terhadap pembelajaran. Sebagai alat penilaian pembelajaran, portofolio memberikan gambaran yang komprehensif tentang kemampuan murid dan memungkinkan penilaian yang lebih mendalam dan autentik. Menurut Brown dan Harris (2021), portofolio tidak hanya mengukur hasil belajar murid tetapi juga proses dan usaha yang mereka lakukan untuk mencapai hasil tersebut.

Antara lain keunggulan dari portofolio adalah kemampuannya menilai berbagai aspek keterampilan dan pengetahuan murid. Portofolio dapat mencakup berbagai jenis karya seperti esai, proyek, presentasi, dan refleksi pribadi, yang semuanya memberikan bukti konkret tentang kemampuan murid. Menurut Van der Schaaf, Stokking, dan Verloop (2020), portofolio memungkinkan penilaian yang lebih holistik dibandingkan dengan tes tradisional yang sering kali hanya mengukur pengetahuan faktual.

Dalam portofolio murid didorong merefleksikan pekerjaan mereka, menilai kekuatan dan kelemahan mereka, serta merencanakan langkah-langkah perbaikan. Hal ini dapat

meningkatkan kesadaran diri dan tanggung jawab murid terhadap pembelajaran mereka sendiri. Menurut Barrett (2021), refleksi yang dilakukan murid dalam portofolio dapat membantu mereka mengembangkan metakognisi dan keterampilan berpikir kritis yang penting.

Selain itu, portofolio dapat mendukung diferensiasi dalam penilaian. Setiap murid dapat menyusun portofolio mereka dengan cara yang mencerminkan minat, bakat, dan gaya belajar mereka sendiri. Ini memungkinkan penilaian yang lebih adil dan inklusif, karena murid memiliki kesempatan untuk menunjukkan kemampuan mereka dalam berbagai cara. Menurut Andrade, Huff, dan Brooke (2021), diferensiasi dalam portofolio membantu murid menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan individu murid.

Penggunaan teknologi dalam portofolio juga telah meningkatkan efektivitas dan efisiensi alat penilaian ini. Portofolio digital memungkinkan murid mengumpulkan, mengorganisir, dan berbagi karya dengan lebih mudah. Teknologi ini juga memfasilitasi umpan balik lebih cepat dan lebih mendalam dari guru. Menurut Kimbell (2022), platform portofolio digital menyediakan alat yang kuat untuk dokumentasi dan penilaian yang lebih dinamis dan interaktif.

Secara keseluruhan portofolio dapat diartikan sebagai alat penilaian pembelajaran yang menawarkan banyak manfaat, penilaian autentik, reflektif, dan inklusif. Ketika diterapkan dengan baik, portofolio dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang perkembangan dan pencapaian murid, serta mendukung pembelajaran

yang lebih bermakna dan berkelanjutan. Menurut Stiggins (2020), portofolio yang efektif memerlukan perencanaan yang matang, dukungan teknologi, dan komitmen dari seluruh komunitas pendidikan untuk mencapai hasil yang optimal.

6.4. Rubrik Penilaian untuk Proyek STEAM

Rubrik penilaian adalah alat penting dalam menilai proyek STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Rubrik ini menyediakan kriteria yang jelas dan terstruktur untuk menilai berbagai aspek proyek, seperti pemahaman konsep, kreativitas, kolaborasi, dan keterampilan teknis. Menurut Brookhart (2021), rubrik penilaian sangat membantu dalam mengarahkan fokus murid pada tujuan-tujuan pembelajaran dan memberikan umpan balik yang konstruktif.

Rubrik penilaian proyek STEAM hendaknya mencakup berbagai aspek keterampilan yang dikembangkan melalui pendekatan interdisipliner. Misalnya, rubrik menilai pemahaman konsep ilmiah dan teknis, kemampuan untuk merancang dan menguji solusi, kreativitas dalam penerapan seni, dan efektivitas kolaborasi dalam tim. Menurut Reddy dan Andrade (2020), rubrik yang komprehensif akan membantu memastikan bahwa semua aspek penting dari pembelajaran STEAM diakui dan dihargai.

Salah satu komponen penting dalam rubrik penilaian proyek STEAM adalah penilaian terhadap proses berpikir kritis dan pemecahan masalah. Proyek STEAM sering kali melibatkan tantangan kompleks yang memerlukan murid berpikir secara kritis dan kreatif dalam mencari solusi. Menurut

Wiggins dan McTighe (2020), rubrik yang efektif harus mencakup kriteria menilai murid dalam mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis, dan menguji solusi mereka.

Kreativitas dan inovasi juga merupakan aspek kunci dalam proyek STEAM yang harus dinilai melalui rubrik. Murid didorong untuk menggabungkan elemen seni dengan sains dan teknologi untuk menciptakan solusi yang inovatif. Menurut Mishra dan Koehler (2021), rubrik yang baik akan menilai orisinalitas ide, keberanian dalam mencoba pendekatan baru, dan kualitas estetika dari hasil proyek.

Kolaborasi dan keterampilan sosial adalah aspek lain yang penting dalam proyek STEAM. Proyek ini sering dilakukan secara tim, sehingga kemampuan murid untuk bekerja sama, berkomunikasi, dan menghargai kontribusi anggota tim lain harus dinilai. Menurut Johnson dan Johnson (2021), rubrik penilaian kolaborasi dapat mencakup kriteria seperti partisipasi aktif, dukungan terhadap anggota tim, dan kemampuan untuk mengelola konflik.

Refleksi dan dokumentasi adalah aspek penting yang perlu dimasukkan dalam rubrik penilaian proyek STEAM. Murid harus didorong merefleksikan proses pembelajaran mereka, menilai keberhasilan dan kegagalan mereka, dan merencanakan langkah-langkah perbaikan di masa depan. Menurut Barrett (2021), rubrik yang menilai refleksi dan dokumentasi membantu murid mengembangkan kesadaran diri dan keterampilan metakognitif yang penting untuk pembelajaran seumur hidup.

Berikut ini jenis penilaian berdasarkan tahapan umum pembelajaran STEAM.

Tahapan Umum Pembelajaran STEAM	Deskripsi	Jenis Penialian
Pengantar dan Eksplorasi	Murid diperkenalkan pada konsep dasar dan memulai eksplorasi awal.	Penilaian formatif (kuis, diskusi kelas, jurnal refleksi)
Identifikasi Masalah	Murid mengidentifikasi masalah nyata yang akan dipecahkan.	Penilaian formatif (peta pikiran, brainstorming, rubrik berpikir kritis)
Pengembangan Hipotesis	Murid merumuskan hipotesis dan rencana aksi untuk memecahkan masalah.	Penilaian formatif (proposal proyek, rubrik pemecahan masalah)
Desain dan Implementasi	Murid merancang dan mengimplementasikan solusi atau proyek.	Penilaian sumatif (rubrik desain proyek, penilaian kerja tim)
Pengujian dan Evaluasi	Murid menguji solusi mereka dan mengevaluasi hasilnya.	Penilaian sumatif (rubrik kinerja, laporan hasil)
Refleksi dan Revisi	Murid merefleksikan proses dan hasil, kemudian merevisi proyek jika perlu.	Penilaian formatif (jurnal refleksi, umpan balik guru dan teman sebaya)

Tahapan Umum Pembelajaran STEAM	Deskripsi	Jenis Penialian
Presentasi dan Komunikasi	Murid mempresentasikan hasil proyek mereka kepada audiens.	Penilaian sumatif (rubrik presentasi, penilaian keterampilan komunikasi)

6.5. Refleksi dan Umpan Balik dalam Pembelajaran STEAM

Salah satu aspek penting dari pembelajaran STEAM adalah proses refleksi dan umpan balik. Menurut Barrett (2021), refleksi dan umpan balik adalah kunci untuk membantu murid memahami proses belajar mereka, mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan, serta merencanakan perbaikan di masa depan.

Refleksi dalam pembelajaran STEAM melibatkan murid yang secara aktif mengevaluasi pengalaman belajar mereka, baik secara individu maupun dalam kelompok. Proses ini memungkinkan murid mengembang-kan kesadaran diri dan metakognisi, yang sangat penting dalam pembelajaran yang efektif. Menurut Dewey (2021), refleksi membantu murid menghubungkan pengalaman belajar dengan konsep teoretis, sehingga memperdalam pemahaman mereka.

Umpan balik sebagai elemen kritis dalam pembelajaran STEAM yang dapat memberikan informasi kepada murid tentang kinerja mereka dan bagaimana mereka dapat meningkatkan diri. Umpan balik yang efektif harus spesifik, konstruktif, dan tepat waktu. Menurut Hattie dan

Timperley (2021), umpan balik yang baik hendaknya dapat meningkatkan motivasi murid dan mempercepat proses belajar dengan memberikan petunjuk yang jelas tentang apa yang harus diperbaiki.

Salah satu cara untuk mengintegrasikan refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM adalah melalui jurnal refleksi. Jurnal ini memungkinkan murid mencatat proses belajar mereka, merefleksikan tantangan yang dihadapi, dan mengidentifikasi strategi yang efektif. Menurut Moon (2020), jurnal refleksi adalah alat yang efektif untuk membantu murid mengembangkan keterampilan metakognitif dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang dipelajari.

Selain jurnal, diskusi kelompok juga merupakan metode yang efektif untuk refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM. Diskusi ini memungkinkan murid untuk berbagi pengalaman, mendengarkan perspektif orang lain, dan menerima umpan balik dari teman sebaya dan guru. Menurut Johnson dan Johnson (2021), diskusi kelompok dapat meningkatkan keterampilan sosial dan kolaboratif murid, serta memperdalam pemahaman mereka terhadap materi pelajaran.

Refleksi dan umpan balik juga dapat difasilitasi melalui presentasi proyek. Presentasi ini memberikan kesempatan bagi murid memamerkan hasil kerja mereka, menerima umpan balik dari audiens, dan merefleksikan proses yang mereka lalui. Menurut Wiggins dan McTighe (2020), presentasi proyek adalah cara yang efektif mengukur pemahaman murid dan memberikan umpan balik yang kaya dan bermakna.

Tantangan dalam menerapkan refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM adalah memastikan bahwa proses ini dilakukan secara konsisten dan efektif. Guru perlu dilatih untuk memberikan umpan balik yang konstruktif dan untuk mendorong refleksi yang mendalam. Menurut Hattie (2021), pelatihan profesional yang berkelanjutan sangat penting dalam memastikan bahwa guru memiliki keterampilan yang diperlukan untuk mendu-kung proses refleksi dan umpan balik.

Implementasi refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM juga memerlukan waktu dan sumber daya yang memadai. Guru perlu menyediakan waktu bagi murid merefleksikan pengalaman belajar mereka dan memberikan umpan balik bermakna. Menurut Guskey (2021), alokasi waktu yang tepat dan dukungan sumber daya sangat penting untuk keberhasilan implementasi refleksi dan umpan balik.

Refleksi dan umpan balik juga dapat membantu dalam pengembangan keterampilan komunikasi. Dalam pembelajaran STEAM, murid sering kali harus bekerja dalam tim dan berkomunikasi dengan orang lain. Melalui proses refleksi dan umpan balik, murid belajar bagaimana berkomunikasi secara efektif dan bagaimana memberikan serta menerima kritik yang konstruktif. Menurut Johnson dan Johnson (2021), keterampilan komunikasi yang baik adalah kunci untuk sukses dalam proyek kolaboratif.

Kolaborasi antara murid dan guru adalah aspek penting dari refleksi dan umpan balik dalam pembelajaran STEAM. Guru harus bekerja sama dengan murid untuk memahami kebutuhan mereka,

memberikan dukungan yang sesuai, dan membantu mereka mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Fullan (2020), kolaborasi yang efektif antara guru dan murid dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan membantu murid mencapai potensi terbaik mereka.

6.6. Contoh Refleksi dan Umpan Balik Pembelajaran STEAM dalam Pembelajaran Kimia

Refleksi dan umpan balik dalam konteks pembelajaran kimia misalnya pada kegiatan eksperimen di laboratorium. Setelah melakukan eksperimen, murid dapat diminta merefleksikan langkah-langkah yang mereka lakukan, hasil yang diperoleh, dan tantangan yang dihadapi dalam jurnal refleksi. Misalnya, setelah eksperimen tentang reaksi kimia organik, murid dapat menuliskan pemahaman mereka tentang reaksi tersebut serta mengidentifikasi kesalahan atau kesulitan yang dialami. Menurut (Brookhart, 2021) Guru bisa memberikan umpan balik yang spesifik mengenai akurasi prosedur dan hasil yang diperoleh, serta saran untuk perbaikan di masa depan.

STEAM menyediakan kesempatan refleksi dan umpan balik yang mendalam bagi murid dan guru. Misalnya, murid dapat mengerjakan proyek yang menggabungkan kimia dengan seni, seperti membuat karya seni menggunakan reaksi kimia untuk menciptakan efek warna. Setelah proyek selesai, murid dapat merefleksikan proses kreatif mereka, dan umpan balik dari guru. Ini membantu murid untuk tidak hanya meningkatkan proyek mereka tetapi juga mengembangkan keterampilan

kolaboratif dan kreatif yang lebih baik (Kimbell, 2022).

Dokumen:
Foto Guru Melakukan Refleksi Hasil Eksperimen tentang Materi Gugus Fungsi (Alkanon) di Laboratorium Kimia MAN 1 Kab Gorontalo

Presentasi hasil penelitian juga merupakan contoh penting dalam pembelajaran kimia. Murid dapat diminta untuk mempresentasikan hasil penelitian mereka tentang topik tertentu seperti kimia lingkungan atau bahan kimia berbahaya. Setelah presentasi, murid dapat merefleksikan kekuatan dan kelemahan presentasi mereka, seperti kejelasan informasi, penggunaan data pendukung, dan kemampuan menjawab pertanyaan audiens. Menurut (Johnson & Johnson, 2021), guru dan teman sebaya kemudian memberikan umpan balik yang konstruktif mengenai aspek-aspek tersebut, membantu murid memperbaiki keterampilan presentasi mereka dan memperdalam pemahaman mereka terhadap topik yang dipresentasikan.

Diskusi kelompok dalam pembelajaran kimia juga dapat dimanfaatkan untuk refleksi dan umpan balik. Misalnya, murid dapat berdiskusi tentang topik seperti perubahan kimia dan fisika dalam kelompok kecil. Murid dapat merefleksikan peran mereka dalam diskusi, kontribusi terhadap pemahaman kelompok, dan cara mereka dapat meningkatkan partisipasi di masa depan. Guru memberikan umpan balik mengenai partisipasi murid, kualitas argumen yang diberikan, dan dinamika kelompok. Hal ini membantu murid meningkatkan keterampilan diskusi dan kolaborasi, serta memperdalam pemahaman mereka tentang konsep-konsep kimia (Moon, 2020).

Berikut ini beberapa contoh refleksi, dan contoh umpan baliknya berdasarkan aktivitas utama pembelajaran STEAM.

Jenis Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Contoh Refleksi	Contoh Umpan Balik
Eksperi-men Laborato-rium	Murid melakukan eksperimen kimia di laboratorium.	Murid mencatat langkah-langkah eksperimen, hasil pengamatan, dan tantangan yang dihadapi.	Guru memberikan umpan balik tentang akurasi prosedur dan kesesuaian hasil dengan hipotesis.
Proyek STEAM Interdisip-liner	Murid mengembang kan proyek yang menggabungk an kimia dengan seni atau	Murid merefleksikan proses desain dan pembuatan proyek, serta bagaimana konsep kimia	Guru memberikan umpan balik tentang kreativitas, aplikasi konsep kimia, dan

Jenis Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Contoh Refleksi	Contoh Umpan Balik
	teknologi.	diterapkan.	kolaborasi dalam tim.
Presentasi Hasil Penelitian	Murid mempresentasikan hasil penelitian kimia kepada kelas.	Murid menilai kekuatan dan kelemahan presentasi mereka, serta respon dari audiens.	Guru dan teman sebaya memberikan umpan balik tentang kejelasan, keakuratan, dan keterampilan presentasi.
Diskusi Kelompok	Murid berdiskusi tentang topik kimia tertentu dalam kelompok kecil.	Murid merefleksikan peran mereka dalam diskusi dan kontribusi terhadap pemahaman kelompok.	Guru memberikan umpan balik tentang partisipasi, kualitas argumen, dan dinamika kelompok.
Penulisan Jurnal Refleksi	Murid menulis jurnal tentang pengalaman belajar kimia mereka.	Murid mengidentifikasi konsep yang sulit dipahami dan strategi belajar yang efektif.	Guru memberikan umpan balik tertulis tentang pemahaman konsep dan saran untuk perbaikan.
Evaluasi Diri	Murid melakukan evaluasi diri terhadap kinerja mereka dalam tugas atau	Murid mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan, serta merencanakan	Guru memberikan umpan balik tentang kesadaran diri dan rekomendasi

Jenis Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Contoh Refleksi	Contoh Umpan Balik
	proyek kimia.	langkah-langkah perbaikan.	untuk peningkatan.
Evaluasi Diri	Murid melakukan evaluasi diri terhadap kinerja mereka dalam tugas atau proyek kimia.	Murid mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan, serta merencanakan langkah-langkah perbaikan.	Guru memberikan umpan balik tentang kesadaran diri dan rekomendasi untuk peningkatan.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan hal-hal berikut ini. Pertama, evaluasi dan penilaian pembelajaran adalah dua komponen yang saling melengkapi dalam proses pendidikan. Evaluasi fokus pada pengumpulan data untuk memahami efektivitas pembelajaran dan kinerja murid secara keseluruhan, sedangkan penilaian lebih berfokus pada memberikan nilai dan feedback terhadap pencapaian spesifik murid dalam tugas atau proyek tertentu.

Kedua, penilaian berbasis kinerja melibatkan murid dalam tugas-tugas autentik yang mencerminkan aplikasi nyata dari keterampilan dan pengetahuan yang mereka pelajari. Ini mencakup proyek, presentasi, dan eksperimen yang memberikan gambaran jelas tentang kemampuan murid dalam konteks praktis. Penilaian jenis ini mendorong pembe-lajaran yang lebih mendalam dan relevan.

Ketiga, portofolio merupakan alat penilaian yang efektif karena memungkinkan murid mengumpulkan dan merefleksikan karya mereka dari waktu ke waktu. Ini tidak hanya menunjukkan perkembangan akademik tetapi juga keterampilan reflektif murid. Portofolio menyediakan bukti nyata dari pembelajaran berkelanjutan dan membantu dalam pemberian umpan balik yang mendalam dan spesifik.

Keempat, penggunaan rubrik penilaian dalam proyek STEAM memberikan panduan yang jelas tentang ekspektasi dan kriteria penilaian. Rubrik membantu murid memahami apa yang diperlukan untuk mencapai tingkat kinerja tertentu dan mempermudah guru dalam memberikan umpan balik yang konsisten dan objektif. Ini juga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses penilaian.

Kelima, refleksi dan umpan balik adalah komponen krusial dalam pembelajaran STEAM. Melalui refleksi, murid dapat mengevaluasi proses pembelajaran mereka sendiri dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan. Umpan balik yang konstruktif dari guru dan teman sebaya membantu murid mengembangkan pemahaman yang lebih dalam dan keterampilan yang lebih baik dalam disiplin STEAM.

Keenam, dalam pembelajaran kimia, refleksi dan umpan balik dapat diterapkan melalui eksperimen laboratorium, proyek interdisipliner, presentasi hasil penelitian, dan diskusi kelompok. Metode-metode ini memungkinkan murid untuk memahami konsep kimia secara mendalam dan mengembangkan keterampilan kolaboratif dan kreatif. Umpan balik dari guru dan teman sebaya

memperkuat proses pembelajaran dan mendorong peningkatan hasil belajar kimia secara berkelanjutan.

BAB VII

Inovasi dan Kreativitas dalam Pembelajaran STEAM

Pendidikan STEAM (sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika) telah menjadi pendekatan inovatif dalam pembelajaran abad ke-21. Pendekatan ini tidak hanya menekankan pada penguasaan konten, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Dalam konteks ini, inovasi dan kreativitas menjadi elemen kunci yang harus dikembangkan di kelas. Artikel ini akan membahas berbagai aspek terkait pengembangan pemikiran kreatif dan inovasi dalam pendidikan STEAM, serta tantangan dan peluang yang dihadapi.

7.1 Mengembangkan Pemikiran Kreatif dalam STEAM

A. Definisi Pemikiran Kreatif

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kreatif adalah memiliki daya cipta atau memiliki kemampuan untuk menciptakan. Maxwell (2004) seperti yang dikutip oleh Biteship (2023) menyatakan bahwa berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menciptakan ide baru yang memungkinkannya mencapai tujuan hidup.

Pemikiran kreatif adalah kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai perspektif, menghasilkan ide-ide baru, dan menemukan solusi yang inovatif. Dalam konteks STEAM, pemikiran

kreatif melibatkan penggunaan keterampilan ilmiah dan teknis untuk menciptakan solusi baru yang efektif.

B. Metode Pengembangan Pemikiran Kreatif

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan pemikiran kreatif di kalangan siswa menurut Beghetto (2010) antara lain:

- Brainstorming.

  Brainstorming adalah cara atau Teknik mengumpulkan gagasan untuk mencari Solusi dari permasalahan tertentu. Teknik ini mendorong siswa untuk menghasilkan banyak ide tanpa takut kritik.
- Mind Mapping.

  Mind Mapping adalah teknik untuk membantu proses berpikir otak secara teratur menggunakan teknik grafis yang berasal dari pemikiran manusia yang menyediakan kunci-kunci universal sehingga membuka potensi otak. Alat ini membantu siswa untuk mengorganisasi ide-ide mereka secara visual.
- Problem-Based Learning (PBL).

  PBL adalah metode pembelajaran yang memperkenalkan peserta didik terhadap suatu kasus yang berkaitan dengan masalah yang dibahas. Metode ini memotivasi siswa untuk mencari solusi kreatif terhadap masalah nyata.

C. Implementasi Pemikiran Kreatif dalam STEAM

Blikstein (2013) mengusulkan implementasi pemikiran kreatif dalam pembelajaran STEAM.

- Guru dapat mengintegrasikan proyek-proyek yang memerlukan solusi inovatif.

Contoh proyek: Desain dan Pembuatan Kota Mini Ramah Lingkungan
Deskripsi Proyek: Siswa diminta untuk merancang dan membuat model kota mini yang ramah lingkungan. Mereka harus mempertimbangkan berbagai aspek seperti penggunaan energi terbarukan, manajemen limbah, transportasi, dan tata ruang kota. Proyek ini mencakup elemen-elemen dari sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika, serta mendorong siswa untuk berpikir kreatif dalam mencari solusi yang inovatif.
Tahapan Proyek:

1. Penelitian Awal: Siswa melakukan penelitian tentang konsep kota ramah lingkungan, termasuk teknologi energi terbarukan (seperti panel surya dan kincir angin), pengolahan limbah, dan desain urban yang berkelanjutan.
2. Perencanaan: Siswa merancang sketsa atau blueprint kota mereka, menentukan di mana fasilitas penting seperti pembangkit listrik, pabrik daur ulang, dan taman hijau akan ditempatkan. Mereka juga harus merancang sistem transportasi yang efisien dan berkelanjutan, misalnya penggunaan kendaraan listrik atau sepeda.
3. Pengembangan dan Prototipe: Siswa mulai membangun model kota mini mereka menggunakan berbagai bahan yang dapat didaur ulang. Mereka juga bisa menggunakan teknologi seperti pencetakan 3D untuk membuat komponen spesifik. Dalam tahap ini, siswa harus berinovasi untuk menemukan solusi terhadap masalah

seperti pengelolaan limbah atau distribusi energi.

4. Evaluasi dan Presentasi: Setelah model kota mini selesai, siswa mempresentasikan proyek mereka, menjelaskan bagaimana solusi yang mereka temukan dapat membantu menciptakan kota yang lebih ramah lingkungan. Mereka juga harus menjawab pertanyaan dan mempertahankan pilihan desain mereka.

Proyek ini tidak hanya mengajarkan konsep-konsep dasar dalam STEAM, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam memecahkan masalah dunia nyata. Dengan tantangan yang memerlukan solusi inovatif, siswa didorong untuk keluar dari pola pikir tradisional dan mencari pendekatan baru yang lebih efisien dan berkelanjutan.

- Guru mendorong kegiatan eksperimen dan Prototyping

Contoh Proyek: Pengembangan Kendaraan Bertenaga Angin

Deskripsi Proyek: Siswa diminta untuk merancang dan membangun kendaraan kecil yang digerakkan oleh tenaga angin. Proyek ini mencakup elemen sains (fisika angin), teknologi, teknik, seni (desain kendaraan), dan matematika (perhitungan kecepatan, gaya, dan massa). Siswa harus melakukan berbagai eksperimen dan membuat prototipe untuk mengembangkan kendaraan yang paling efisien.

Tahapan Proyek:

1. Penelitian Awal: Siswa mempelajari prinsip dasar tentang bagaimana angin dapat digunakan sebagai sumber energi untuk

menggerakkan objek. Mereka mengeksplorasi berbagai desain kendaraan bertenaga angin, seperti perahu layar atau mobil bertenaga angin, dan mempelajari mekanisme dasar yang memungkinkan kendaraan tersebut bergerak.

2. Perencanaan dan Desain: Siswa mulai merancang model kendaraan bertenaga angin mereka. Mereka harus memutuskan bentuk kendaraan, ukuran layar atau baling-baling, serta bahan yang akan digunakan. Dalam tahap ini, siswa harus membuat hipotesis tentang desain mana yang akan paling efektif dan mengapa.
3. Eksperimen dan Prototyping: Siswa membangun prototipe awal kendaraan mereka menggunakan bahan yang tersedia, seperti kertas, karton, atau plastik. Setelah itu, mereka menguji kendaraan tersebut di berbagai kondisi, misalnya dengan mengarahkan kipas angin atau meniupnya secara manual. Siswa melakukan eksperimen dengan mengubah berbagai variabel, seperti ukuran dan bentuk layar, untuk melihat bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi kecepatan dan stabilitas kendaraan.
4. Analisis dan Penyempurnaan: Berdasarkan hasil eksperimen, siswa menganalisis kinerja kendaraan mereka dan membuat perubahan untuk menyempurnakan desain. Mereka dapat membandingkan hasil antara berbagai kelompok untuk melihat desain mana yang paling efisien dan mengapa. Siswa juga didorong untuk memikirkan

cara-cara kreatif untuk meningkatkan desain mereka, seperti menambahkan fitur khusus untuk menstabilkan kendaraan atau meningkatkan kecepatan.

5. Presentasi Hasil: Setelah eksperimen dan penyempurnaan selesai, siswa mempresentasikan hasil proyek mereka kepada kelas. Mereka menjelaskan proses yang mereka lalui, tantangan yang mereka hadapi, serta solusi inovatif yang mereka temukan. Siswa juga dapat mendiskusikan ide-ide untuk pengembangan lebih lanjut atau aplikasi dunia nyata dari kendaraan bertenaga angin.

Proyek ini mendorong siswa untuk berpikir kreatif dan eksperimental. Dengan membangun prototipe dan melakukan eksperimen, siswa belajar bahwa kegagalan adalah bagian dari proses belajar dan inovasi. Mereka juga belajar bagaimana menggunakan data dari eksperimen untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam desain dan pengembangan.

- Guru memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide-ide mereka secara bebas.

Contoh Proyek: Menciptakan Alat atau Produk Inovatif untuk Mengatasi Masalah Lingkungan

Deskripsi Proyek: Siswa diberikan kebebasan untuk mengidentifikasi masalah lingkungan yang mereka minati dan kemudian merancang serta menciptakan alat atau produk yang dapat membantu mengatasi masalah tersebut. Proyek ini terbuka bagi siswa untuk mengeksplorasi ide-ide mereka, memanfaatkan kreativitas mereka, dan menggunakan pendekatan STEAM untuk menemukan solusi yang inovatif.

Tahapan Proyek:

1. Identifikasi Masalah: Siswa mulai dengan melakukan eksplorasi terhadap berbagai masalah lingkungan, seperti polusi, limbah plastik, penggunaan energi yang tidak efisien, atau kelangkaan air bersih. Mereka dapat melakukan penelitian awal untuk memahami skala dan dampak dari masalah tersebut, serta mengidentifikasi area yang mereka minati dan ingin mereka selesaikan.
2. Pengembangan Ide: Setelah masalah dipilih, siswa diberikan ruang untuk brainstorming ide-ide yang dapat membantu mengatasi masalah tersebut. Guru mendorong siswa untuk berpikir secara kreatif dan tidak terbatas pada solusi yang sudah ada. Mereka dapat menggambar, membuat sketsa, atau membuat mind map untuk membantu memvisualisasikan ide-ide mereka.
3. Desain dan Perencanaan: Siswa memilih salah satu ide mereka untuk dikembangkan lebih lanjut. Mereka merancang alat atau produk yang dapat menjadi solusi atas masalah lingkungan yang mereka pilih. Proses ini mencakup perencanaan detail tentang bagaimana alat atau produk tersebut akan bekerja, bahan apa yang dibutuhkan, dan bagaimana mereka akan membuat prototipe.
4. Eksplorasi dan Eksperimen: Dalam tahap ini, siswa mulai membangun prototipe awal dari alat atau produk mereka. Mereka didorong untuk bereksperimen dengan berbagai bahan, teknologi, dan metode untuk

mewujudkan ide mereka. Siswa diberikan kebebasan untuk mencoba berbagai pendekatan dan belajar dari kesalahan yang terjadi selama proses pembuatan.

5. Evaluasi dan Penyempurnaan: Siswa menguji prototipe mereka dan mengevaluasi seberapa efektif alat atau produk tersebut dalam menyelesaikan masalah yang telah mereka identifikasi. Mereka juga diberi kebebasan untuk menyempurnakan desain mereka berdasarkan hasil uji coba dan feedback dari guru atau teman sekelas. Proses iteratif ini penting untuk mendorong pemikiran kreatif dan inovasi.
6. Presentasi dan Refleksi: Setelah alat atau produk selesai, siswa mempresentasikan hasil proyek mereka kepada kelas. Mereka menjelaskan masalah yang mereka pilih, proses pengembangan ide, tantangan yang dihadapi, serta bagaimana mereka mengatasi masalah tersebut. Siswa juga merefleksikan pengalaman mereka dalam eksplorasi ide bebas dan bagaimana hal itu membantu mereka dalam belajar.

Proyek ini memberikan kebebasan penuh kepada siswa untuk mengeksplorasi ide-ide mereka, yang merupakan kunci dalam mengembangkan pemikiran kreatif. Siswa belajar untuk merancang solusi yang unik dan inovatif, serta mengalami langsung bagaimana ide-ide mereka dapat diwujudkan menjadi sesuatu yang nyata. Proyek ini juga mendorong siswa untuk merasa bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri dan lebih percaya diri dalam kemampuan mereka untuk berinovasi.

7.2 Mendorong Inovasi di Kelas

Inovasi dalam pendidikan mengacu pada pengenalan metode, ide, atau produk baru yang meningkatkan proses dan hasil pembelajaran. Dalam konteks STEAM, inovasi sering kali melibatkan penggunaan teknologi baru dan pendekatan pembelajaran yang interdisipliner.

Dalam riset yang dilakukan Nurhasanah, dkk. (2021) Pelaksanaan pembelajaran inovatif STEAM yang efektif perlu memperhatikan prinsip adanya perhatian dan motivasi, keaktifan, keterlibatan langsung, pengulangan, tantangan, balikan dan penguatan serta perbedaan individual.

A. Strategi untuk Mendorong Inovasi

Beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mendorong inovasi di kelas oleh Hwang (2014) yaitu: flipped classroom, maker spaces, dan kolaborasi antar disiplin.

- Flipped Classroom.

  Flipped Classroom adalah bentuk pembelajaran blended melalui interaksi tatap muka dan virtual. Pendekatan ini memanfaatkan teknologi untuk memberikan materi pembelajaran di luar kelas, sehingga waktu di kelas dapat digunakan untuk kegiatan yang lebih interaktif.

  Berikut adalah contoh konkret kegiatan belajar STEAM yang menggunakan strategi flipped classroom:

  Topik: Pemrograman Dasar dengan Arduino untuk Proyek Smart Home

  Langkah-langkah Kegiatan:

  1. Persiapan di Luar Kelas (Pre-Class):
     - Tugas Mandiri: Guru menyediakan video tutorial atau modul online yang menjelaskan dasar-dasar

pemrograman Arduino dan konsep Internet of Things (IoT). Siswa diharapkan untuk menonton video ini atau membaca materi sebelum kelas dimulai.

- Pencatatan dan Refleksi: Siswa diminta untuk membuat catatan tentang hal-hal yang mereka pahami dan pertanyaan atau kesulitan yang mereka temui saat mempelajari materi tersebut. Mereka juga dapat diminta untuk menyelesaikan kuis online atau latihan pemrograman sederhana yang dikirimkan melalui platform pembelajaran.

2. Kegiatan di Dalam Kelas (In-Class):
    - Diskusi Kelompok: Kelas dimulai dengan diskusi singkat di mana siswa berbagi pemahaman mereka tentang materi yang telah dipelajari dan mengajukan pertanyaan. Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan klarifikasi dan menjawab pertanyaan yang muncul.
    - Proyek Kolaboratif: Siswa kemudian dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil untuk bekerja pada proyek STEAM, misalnya merancang dan memprogram sebuah sistem Smart Home sederhana menggunakan Arduino. Tugas mereka bisa mencakup merancang sistem pencahayaan otomatis yang diatur melalui sensor cahaya, membuat alarm keamanan berbasis sensor

gerak, atau mengatur suhu ruangan menggunakan sensor suhu dan kipas.

- Eksperimen dan Prototyping: Setiap kelompok melakukan eksperimen dan mencoba memprogram perangkat Arduino mereka sesuai dengan desain yang telah dibuat. Mereka dapat langsung mencoba, menguji, dan menyempurnakan proyek mereka di kelas dengan bantuan dari guru jika diperlukan.
- Iterasi dan Penyempurnaan: Setelah percobaan pertama, siswa mendiskusikan hasilnya dan mencari cara untuk meningkatkan desain mereka. Proses ini mendorong inovasi karena siswa belajar dari kegagalan dan berusaha menemukan solusi yang lebih baik.

3. Kegiatan Pasca Kelas (Post-Class):
   - Refleksi dan Dokumentasi: Setelah kelas, siswa diminta untuk mendokumentasikan proses dan hasil proyek mereka dalam bentuk laporan atau video presentasi. Mereka merefleksikan tantangan yang dihadapi dan bagaimana mereka mengatasi masalah tersebut.
   - Tugas Lanjutan: Guru dapat memberikan tugas lanjutan yang mengharuskan siswa mengeksplorasi lebih lanjut aplikasi Arduino dalam kehidupan sehari-hari atau menantang mereka untuk mengembangkan fitur tambahan

untuk proyek Smart Home mereka di rumah.

- Maker Spaces.
  Makerspaces adalah ruang kerjasama antara siswa, guru, orang tua, mentor, dan lainnya dalam menciptakan pemecahan masalah dan mengembangkan keterampilan, bakat, pemikiran, ketelitian mental, dan kemampuan lainnya. Ruang ini menyediakan alat dan bahan bagi siswa untuk menciptakan dan bereksperimen.
  Berikut adalah contoh konkret kegiatan belajar STEAM yang menggunakan strategi maker spaces:
  Topik: Membangun Prototipe Robot Penjelajah untuk Eksplorasi Lingkungan
  Deskripsi Kegiatan: Siswa diminta untuk merancang dan membangun prototipe robot sederhana yang dapat digunakan untuk menjelajahi dan mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, seperti mengukur suhu, mendeteksi rintangan, atau memetakan area tertentu.
  Langkah-langkah Kegiatan:
  1. Pendahuluan:
     - Diskusi Konsep: Guru memulai kegiatan dengan diskusi tentang aplikasi robotika dalam eksplorasi lingkungan, seperti rover penjelajah di Mars atau robot yang digunakan untuk memonitor hutan. Siswa diajak untuk berpikir tentang bagaimana teknologi ini bisa diterapkan dalam skala kecil untuk lingkungan di sekitar mereka.

- Pengantar Maker Space: Guru memperkenalkan maker space yang ada di sekolah, menjelaskan alat-alat yang tersedia seperti printer 3D, kit Arduino, sensor, motor, bahan konstruksi (seperti kayu, plastik, dan logam ringan), serta perangkat lunak desain 3D.

2. Perencanaan dan Desain:
    - Brainstorming Ide: Siswa dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil dan melakukan brainstorming untuk merancang robot yang akan mereka buat. Mereka memutuskan fitur apa yang diperlukan, seperti kemampuan untuk mendeteksi rintangan, mengukur suhu, atau mengambil gambar.
    - Sketsa dan Blueprint: Setiap kelompok membuat sketsa desain robot mereka, merencanakan tata letak komponen, dan memilih bahan yang akan digunakan. Mereka juga menentukan bagaimana robot akan diprogram dan bagaimana sensor-sensor akan diintegrasikan.
3. Konstruksi dan Pengembangan:
    - Penggunaan Maker Space: Siswa mulai membangun robot mereka di maker space, memanfaatkan alat dan bahan yang tersedia. Mereka menggunakan printer 3D untuk membuat rangka atau komponen khusus, memprogram mikrokontroler seperti Arduino untuk mengontrol

robot, dan memasang sensor serta motor.

- Eksperimen dan Pengujian: Siswa menguji robot mereka di lapangan simulasi yang telah disiapkan di dalam atau di luar kelas. Mereka mengamati bagaimana robot bergerak, bagaimana ia merespon lingkungan, dan apakah semua fitur berfungsi sebagaimana mestinya.
- Iterasi dan Penyempurnaan: Setelah pengujian awal, siswa kembali ke maker space untuk memperbaiki desain mereka berdasarkan hasil pengujian. Mereka mungkin perlu memperkuat bagian tertentu, menyesuaikan program, atau menambahkan sensor tambahan untuk meningkatkan kinerja robot.

4. Presentasi dan Evaluasi:
    - Demonstrasi Proyek: Setiap kelompok mempresentasikan robot mereka kepada kelas, mendemonstrasikan cara kerja robot dan menjelaskan proses pembuatan serta tantangan yang mereka hadapi.
    - Diskusi Inovasi: Guru memfasilitasi diskusi tentang bagaimana setiap kelompok mengatasi masalah dan menemukan solusi inovatif selama proyek berlangsung. Siswa juga dapat memberi masukan atau saran kepada kelompok lain untuk pengembangan lebih lanjut.

5. Refleksi dan Dokumentasi:
    - Refleksi Pribadi: Siswa diminta untuk menulis refleksi pribadi tentang pengalaman mereka bekerja di maker space, keterampilan baru yang mereka pelajari, dan bagaimana proyek ini membantu mereka memahami konsep STEAM secara lebih mendalam.
    - Dokumentasi Proyek: Setiap kelompok membuat laporan proyek atau video dokumentasi yang mencakup desain awal, proses pembangunan, pengujian, serta penyempurnaan yang mereka lakukan.

- Kolaborasi Antardisiplin.
  Berikut adalah contoh konkret kegiatan belajar STEAM yang menggunakan strategi kolaborasi antardisiplin:
  Topik: Proyek Desain dan Pembangunan Taman Kota Berkelanjutan
  Deskripsi Kegiatan: Siswa diminta untuk bekerja dalam tim yang terdiri dari anggota dengan minat dan keahlian di berbagai disiplin ilmu untuk merancang dan membangun model taman kota berkelanjutan. Proyek ini mengintegrasikan sains (ekologi, biologi), teknologi (sensor dan otomatisasi), teknik (desain struktural), seni (desain visual dan estetika), dan matematika (pengukuran, anggaran).

Langkah-langkah Kegiatan:

1. Pembentukan Tim dan Pengantar Proyek:
    - Pengantar Konsep: Guru menjelaskan konsep taman kota berkelanjutan, termasuk elemen-elemen penting seperti keanekaragaman hayati, manajemen air, penggunaan energi terbarukan, dan ruang publik yang ramah lingkungan.
    - Pembentukan Tim: Siswa dibagi menjadi tim yang terdiri dari anggota dengan minat dan keahlian yang berbeda. Misalnya, seorang siswa yang kuat di bidang biologi akan bekerja sama dengan siswa yang tertarik pada teknologi, seni, atau matematika.
2. Riset dan Perencanaan Antardisiplin:
    - Penelitian Awal: Setiap tim melakukan penelitian tentang aspek-aspek yang relevan dengan proyek mereka. Siswa yang fokus pada biologi mungkin meneliti jenis tanaman yang cocok untuk iklim lokal, sementara siswa yang tertarik pada teknologi dapat mengeksplorasi sistem irigasi otomatis atau pencahayaan tenaga surya.
    - Diskusi Kolaboratif: Tim berdiskusi untuk mengintegrasikan temuan dari berbagai disiplin ilmu dan merancang konsep taman yang memenuhi kriteria berkelanjutan. Mereka membuat sketsa desain awal yang mencakup semua elemen ini, mulai

dari tata letak tanaman hingga sistem pengolahan air dan pencahayaan.

3. Desain dan Pengembangan Proyek:
    - Desain Visual dan Teknikal: Siswa yang fokus pada seni bekerja bersama siswa teknik untuk membuat desain visual dan struktur taman, termasuk penggunaan bahan ramah lingkungan dan estetika taman. Mereka dapat menggunakan perangkat lunak desain seperti AutoCAD atau SketchUp untuk membuat model 3D taman.
    - Implementasi Teknologi: Siswa yang fokus pada teknologi bekerja pada integrasi sensor dan sistem otomatisasi, seperti sistem irigasi yang dikendalikan oleh sensor kelembapan atau lampu jalan yang menggunakan panel surya. Mereka juga memikirkan cara-cara inovatif untuk meningkatkan efisiensi energi dan meminimalkan limbah.
    - Perhitungan dan Anggaran: Siswa yang tertarik pada matematika bertanggung jawab untuk melakukan pengukuran, perhitungan anggaran, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Mereka memastikan bahwa semua aspek proyek sesuai dengan batasan biaya yang ditetapkan.
4. Pembuatan Model dan Uji Coba:
    - Membangun Model Skala: Tim mulai membangun model skala dari taman

mereka menggunakan bahan yang tersedia. Mereka mengintegrasikan semua elemen yang telah direncanakan, dari tanaman hingga sistem teknologi.

- Pengujian dan Penyesuaian: Setelah model selesai, tim menguji fungsi dari berbagai sistem, seperti sistem irigasi otomatis atau pencahayaan tenaga surya. Mereka melakukan penyesuaian jika diperlukan untuk memastikan semua elemen bekerja secara harmonis.

5. Presentasi dan Evaluasi Proyek:
    - Presentasi Proyek: Setiap tim mempresentasikan hasil akhir proyek mereka, menjelaskan bagaimana mereka mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan taman kota berkelanjutan. Mereka menunjukkan model skala dan menjelaskan bagaimana setiap elemen berkontribusi pada keberlanjutan taman.
    - Evaluasi dan Refleksi: Guru dan siswa lain memberikan masukan dan mengevaluasi proyek berdasarkan kriteria seperti inovasi, efektivitas penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan. Siswa juga merefleksikan pengalaman mereka bekerja dalam tim antardisiplin dan bagaimana kolaborasi ini membantu mereka melihat masalah dari berbagai perspektif.

B. Contoh Inovasi di Kelas STEAM

Beberapa contoh inovasi yang berhasil diimplementasikan di kelas STEAM meliputi:

- Proyek Robotika: Siswa belajar tentang pemrograman dan rekayasa dengan merancang dan membangun robot.
- Studio Seni Digital: Menggabungkan teknologi dengan seni untuk menghasilkan karya-karya kreatif yang inovatif.

7.3 Studi Kasus: Inovasi dalam Proyek STEAM

1. Proyek Robotik di Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL)

   A. Deskripsi Proyek

   Elya, dkk., 2021, mengobservasi pembelajaran berbasis STEAM dengan pendekatan proyek robotik di Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL).

   Siswa diminta melakukan pencarian online kebutuhan masyarakat. Setelah melakukan penelurusan literatur, diperoleh ide alat yang dapat membawakan barang-barang saat sedang berbelanja. Untuk itu siswa menciptakan *follow me shopping cart* yaitu robot yang mampu membawakan belanja, tanpa didorong.

   B. Hasil dan Dampak

   Proyek ini membantu siswa mendapatkan materi yang saling terintegrasi antar subjek pembelajaran. Melalui proyek ini siswa juga terkondisi berfikir kritis dan kreatif dalam mencari gagasan. Proyek ini juga membawa para siswa SD SIKL ini

mendapatkan penghargaan dalam sebuah kompetisi robot internasional di Gonzu China pada tahun 2019.

2. Proyek *Nature Photography* Karen Wijaya Pada Sampurna Academy

   A. Deskripsi Proyek

   Dalam proyek ini, siswa mengeksplorasi keindahan alam dan belajar bagaimana kualitas gambar berpengaruh terhadap hasil foto yang mengandalkan cahaya dari matahari saja. Siswa diajak untuk belajar tentang teknik-teknik fotografi, seperti pengaturan cahaya, komposisi, dan pengambilan gambar dari sudut yang tepat. Siswa juga untuk belajar tentang efek yang dihasilkan alam terhadap kualitas gambar yang diambil dari kamera.

   B. Hasil dan Dampak

   Siswa memiliki pengetahuan tentang efek yang dihasilkan Cahaya yang dihasilkan oleh alam terhadap gambar.

   Siswa mampu menghasilkan berbagai gambar menarik hanya dengan menggunakan cahaya matahari.

   Siswa beroleh kesempatan untuk belajar secara menyenangkan dan interaktif

7.4 Tantangan dan Peluang dalam Mendorong Kreativitas

A. Tantangan dalam Mengembangkan Kreativitas

Studi yang dilakukan Nuragia, dkk (2021) terhadap 32 guru yang melakukan kegiatan pembelajaran berbasis STEAM
meliputi:

- Tantangan pedagogik berupa keterbatasan sumber daya manusia yang mampu melakukan pendampingan kegiatan pembelajaran berbasis STEAM
- Kekurangan alat dan bahan yang merupakan sumber pembelajaran STEAM
- Waktu Pelaksanaan. Standar Kurikulum yang ketat dan kaku membatasi ruang gerak untuk inovasi.

Saran yang direkomendasi oleh Nuragia, dkk. Adalah perlunya pelatihan bagi guru untuk membuka wawasan yang akan menginspirasi guru dalam menyelengarakan pembelajaran berbasis STEAM ini.

B. Peluang untuk Meningkatkan Kreativitas

Meskipun ada tantangan, terdapat peluang besar untuk meningkatkan kreativitas di kelas STEAM, seperti:

- Proyek Sains Interaktif: Menggunakan simulasi virtual reality dan augmented untuk mempelajari konsep-konsep sains dengan cara yang lebih menarik.
- Kolaborasi dengan Industri: Kemitraan dengan perusahaan dapat menyediakan sumber daya dan kesempatan pembelajaran yang berharga.
- Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek: Metode ini memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide-ide mereka secara mendalam.

C. Rekomendasi untuk Praktik Terbaik

Untuk mendorong kreativitas di kelas STEAM, beberapa praktik terbaik meliputi:

- Memberikan Kebebasan Bereksperimen: Siswa perlu diberikan kebebasan untuk mencoba dan gagal dalam proses pembelajaran.

- Mendukung Pembelajaran Seumur Hidup: Membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk belajar dan berinovasi sepanjang hidup mereka.

Inovasi dan kreativitas adalah komponen penting dalam pendidikan STEAM. Mengembangkan pemikiran kreatif dan mendorong inovasi di kelas memerlukan strategi yang tepat dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang yang ada, pendidikan STEAM dapat menghasilkan generasi yang siap menghadapi tantangan masa depan dengan solusi-solusi inovatif.

BAB VIII

Pembelajaran STEAM untuk Beragam Siswa

8.1 Strategi Diferensiasi dalam Kelas STEAM

a. Pengertian Diferensiasi

Pembelajaran STEAM dikatakan sebagai salah satu pembelajaran abad 21 yang mengintegrasikan bidang ilmu pengetahuan (sains), teknologi, tehnik, seni dan matematika, sehingga para peserta didik memiliki pengalaman dalam melakukan pembelajaran pada abad ke-21 ini.

Pembelajaran STEAM dapat diterapkan bagi siswa dengan berbagai latar belakang yang berbeda, atau lebih dikenal dengan istilah diferensiasi. Konsep diferensiasi merupakan proses pembelajaran di kelas sebagai suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan belajar unik dari setiap peserta didik. Menurut Purnawanto (2023) Pembelajaran berdiferensiasi adalah teknik instruksional atau pembelajaran di mana guru menggunakan berbagai metode pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan individual setiap siswa sesuai dengan kebutuhan mereka. Kebutuhan tersebut dapat berupa pengetahuan, gaya belajar, minat, dan pemahaman terhadap mata pelajaran. Pembelajaran berdiferensiasi memberikan keleluasaan dan kemampuan mengakomodasi kebutuhan peserta didik untuk meningkatkan potensi dirinya sesuai dengan kesiapan belajar, minat, dan profil belajar peserta didik yang berbeda-beda. Dengan pembelajaran

berdiferensiasi, guru hendaknya menjadi fasilitator yang berorientasi kepada pemenuhan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa

Menurut Tomlinson, dalam Mariati (2021), didalam pembelajaran berdiferensiasi, guru mengajarkan materinya dengan memperhatikan tingkat kesiapan, minat, dan gaya belajar peserta didik. Guru juga dapat memodifikasi isi pelajaran, proses pembelajaran, produk atau hasil dari pembelajaran yang diajarkan, dan lingkungan belajar di mana para peserta didik belajar. Melalui penerapan proses pembelajaran ini guru dapat melayani para peserta didik sesuai dengan keadaannya masing-masing secara individu.

Proses pembelajaran berdiferensiasi dapat diterapkan oleh sekolah agar dapat memerdekakan peserta didik dalam belajar karena peserta didik tidak dituntut harus sama dalam segala hal, tapi dapat mengekspresikan dirinya sesuai dengan keunikannya masing-masing. Penggunaan pembelajaran berdiferensiasi akan menjadi penerapan kurikulum yang fleksibel dan tidak kaku dimana hanya percaya pada satu cara saja untuk mencapai tujuan pendidikan di sekolah.

b. Aspek Pembelajaran Berdiferensiasi

Aspek pembelajaran berdiferensiasi meliputi:

1. Konten. konten adalah materi apa yang akan diajarkan oleh guru di kelas atau materi apa yang akan dipelajari oleh peserta didik di kelas.
2. Proses. Yang dimaksud proses adalah hal ini kegiatan yang bermakna bagi peserta didik sebagai pengalaman belajarnya di kelas,

bukan kegiatan yang tidak berkorelasi dengan apa yang sedang dipelajarinya.

3. Produk. Biasanya produk ini merupakan hasil akhir dari pembelajaran untuk menunjukkan kemampuan pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman peserta didik setelah menyelesaikan satu unit pelajaran atau bahkan setelah membahas materi pelajaran selama satu semester. Produk sifatnya sumatif dan perlu diberi nilai. Produk lebih membutuhkan waktu yang lama untuk menyelesaikannya dan melibatkan pemahaman yang lebih luas dan mendalam dari peserta didik.
4. Lingkungan belajar. Lingkungan belajar yang dimaksud meliputi susunan kelas secara personal, sosial, dan fisik. Lingkungan belajar juga harus disesuaikan dengan kesiapan peserta didik dalam belajar, minat mereka, dan profil belajar mereka agar mereka memiliki motivasi yang tinggi dalam belajar (Mariati, dkk 2021).

Strategi diferensiasi dalam kelas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) bertujuan untuk mengakomodasi kebutuhan belajar berbagai siswa dengan tingkat kemampuan, keterampilan, bakat, minat, dan gaya belajar yang berbeda-beda. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan dalam kelas:

a. Strategi berdiferensiasi Konten Dalam Pembelajaran STEAM
    1. Strategi berdiferensiasi konten berdasarkan gaya belajar.

Salah satu strategi pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pendekatan STEAM adalah PjBL (*Project Based Learning*). Pelaksanaan proses pembelajaran STEAM-PjBL dapat membagikan kesempatan kepada siswa berpikir secara kritis dan logis dalam memberikan ide dan gagasan saat memecahkan suatu masalah melalui kegiatan praktik. Pendekatan STEAM berbasis model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) diawali dengan permasalahan nyata sehingga melibatkan siswa dalam memberikan ide dan gagasannya sebagai bentuk solusi untuk mengatasinya serta dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan sesuai dengan solusi yang telah dipikirkan (Triprani, dkk. 2023)

Seorang guru IPA memberikan tugas kepada peserta didik untuk merancang dan membangun jembatan yang kokoh beserta tiang penopangnya. Salah satu bagian yang membuat desain jembatan menjadi kokoh selain bahan yang digunakan adalah bentuk desain tiang penopang atau yang biasa dikenal dengan nama *truss*. Para engineering membuat berbagai macam desain jembatan beserta penopangnya yang mampu berdiri kokoh. Dalam pembuatan desain jembatan inilah konsep STEAM (*Science, Technology Engineering, Art, Mathematics*) berperan penting (Ganung, dkk. 2020: 13-15).

Guru merancang pembelajaran sesuai dengan profil gaya belajar peserta didik:

a. Visual: mempelajari materi dengan membaca buku panduan membuat jembatan,
b. kinestetik: mengobservasi lingkungan sekitar dengan mencari bahan untuk dipraktikkan,
c. audio: mempelajari materi melalui tontonan video di laptop atau komputer

Analisis STEAM dalam contoh pembelajaran IPA:

S = Lingkungan: sebagai jembatan penyeberangan dan Kesetimbangan

T = Penggunaan alat-alat sederhana berupa, sedotan, selotip, penggaris, kelereng untuk beban, gelas plastik, dan untuk membuat sketsa dapat menggunakan program geogebra

E = Mendesain bentuk-bentuk jembatan, membuat gambar penampang jembatan

A = Seni membuat gambar atau bentuk jembatan

M = Dimensi jembatan, lebar, dan panjang jembatan

2. Strategi berdiferensiasi proses berdasarkan minat belajar siswa

Berikut akan dijelaskan pembelajaran STEAM dengan strategi berdiferensiasi proses berdasarkan minat belajar siswa. Pada aktivitas pembelajaran IPA Dengan *Engineering Design Process*, anak-anak dapat merangkai mobil

sederhana bertenaga balon yang dapat bergerak sejauh mungkin. Mobil bertenaga balon adalah mobil sederhana yang dibuat menggunakan bahan-bahan bekas yang menggunakan tenaga dari balon untuk menggerakkannya. Tenaga dari balon berupa udara yang keluar dari dalam balon yang sebelumnya ditiupkan ke dalam balon. Udara yang keluar dari dalam balon tersebut akan mampu menggerakkan mobil (Ganung, dkk. 2020: 1-3). Pada aktivitas pembelajaran ini, guru memberikan kebebasan pada siswa untuk memilih bahan dan desain sesuai dengan minat mereka. Siswa yang menyukai bidang seni dapat merancang mobil tersebut seindah mungkin dengan gambar dan warna yang menarik. Siswa yang menyukai alam (*nature*) dapat memilih bahan dan alat yang ada di lingkungan sekitar

Analisis STEAM dalam contoh pembelajaran IPA:

S = Energi, Hukum Newton, Kecepatan

T = Teknologi Sederhana untuk membuat mobil

E = Mendesain mobil bertenaga balon

A = Desain bentuk mobil dari botol air mineral, pemilihan warna tutup botol

M = Desain bentuk mobil dari botol air mineral, pemilihan warna tutup botol

3. Strategi berdiferensiasi produk berdasarkan gaya belajar siswa

Strategi berdiferensiasi produk merupakan hasil akhir dari pembelajaran untuk menunjukkan kemampuan pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman

peserta didik setelah menyelesaikan pembelajaran. Tujuan pembelajaran IPA di SD adalah untuk memberi kesempatan siswa memupuk rasa ingin tahu secara alamiah, mengembangkan kemampuan bertanya dan mencari jawaban atas fenomena alam berdasarkan bukti, serta mengembangkan cara berpikir ilmiah. Dengan mempertimbangkan profil belajar peserta didik sesuai dengan preferensi belajarnya, peserta didik dapat melaporkan kegiatan mereka terkait dengan kegiatan yang telah dilaksanakan.

a. Peserta didik yang cenderung belajar secara visual dapat memilih produk akhir berupa presentasi power point, poster, cerita bergambar.
b. Peserta didik yang cenderung belajar lebih baik secara kinestetis dapat membuat produk akhir berupa role play, bermain peran, dengan memperagakan peralatan yang dibuat saat pembelajaran STEAM
c. Peserta didik yang cenderung belajar secara audio dapat membuat podcast, atau video pendek yang menjelaskan mengenai hasil project yang telah dibuatnya.

8.2 STEAM untuk Siswa Berkebutuhan Khusus

Memperoleh pendidikan yang layak merupakan hak bagi setiap individu. Pendidikan juga merupakan kebutuhan mendasar bagi setiap orang. Paradigma pendidikan saat ini diharuskan mengakomodir siswa berkebutuhan khusus. Setiap

orang tua menginginkan dikaruniai anak-anak yang lahir dalam kondisi normal, memiliki kondisi fisik dan mental yang utuh. Namun pada faktanya, sebagian orangtua ditakdirkan memiliki anak berkebutuhan khusus. Menurut Utina dalam Nuwa (2023), mengemukakan definisi anak berkebutuhan khusus, yaitu anak yang mengalami gangguan fisik, mental, intelegensi, dan emosi sehingga membutuhkan pembelajaran secara khusus. Anak berkebutuhan khusus sebagai anak yang dalam proses pertumbuhan atau perkembangannya mengalami kelainan atau penyimpangan (fisik, mental, intelektual, sosial, emosional) sehingga memerlukan pelayanan pendidikan khusus. Thompson, mengemukakan bahwa istilah anak berkebutuhan khusus (ABK) merujuk pada anak yang memiliki kesulitan atau ketidakmampuan belajar yang membuatnya lebih sulit belajar atau mengakses pendidikan dibandingkan kebanyakan anak seusianya. Adapun pendidikan anak berkebutuhan khusus mendapatkan pendidikan khusus yang bernaung pada sistem pendidikan inklusif. Didalam pendidikan khusus, anak-anak berkebutuhan tingkat ringan, sedang, maupun berat ditempatkan pada kelas regular (Nuwa, 2023).

Karakteristik siswa berkebutuhan khusus sangat beragam, Ormrod dalam Ni'matuzzahroh (2016) mengklasifikasikan siswa berkebutuhan khusus kedalam beberapa kategori yaitu:

a. Siswa yang mengalami hambatan kognitif atau akademik khusus yaitu kesulitan belajar, ADHD, gangguan bicara dan komunikasi
b. Siswa yang mengaami masalah sosial atau perilaku

c. Siswa yang mengalami keterlambatan umum, fungsi kognitif dan sosial
d. Siswa yang perkembangan kognitifnya diatas rata-rata atau berbakat luar biasa.

Berikut beberapa cara untuk mengintegrasikan STEAM bagi siswa berkebutuhan khusus:

1. Adaptasi Kurikulum

Adaptasi kurikulum merupakan faktor penting dalam pelaksanaan sekolah inklusif untuk menjamin tersedianya kesempatan dan akses terhadap pendidikan yang bermutu bagi seluruh peserta didik. Penyesuaian kurikulum bukan hanya pada isi melainkan juga pada tujuan pembelajaran. Perlu adanya adaptasi kurikulum nasional, untuk peserta didik regular, yang dilakukan secara khusus oleh sekolah sehingga sesuai bagi peserta didik berkebutuhan khusus. Keberadaan guru pembimbing khusus di sekolah inklusif adalah faktor penting lainnya yang dapat mendukung keterlaksanaan adaptasi kurikulum regular (Widiyawati, 2022). Selain itu, guru harus mampu memodifikasi materi pelajaran sesuai kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa. Dalam hal penggunaan alat bantu atau teknologi, sekolah harus memfasilitasi tersedianya alat bantu untuk keberhasilan pembelajaran STEAM. Guru mempersiapkan rancangan pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep STEAM.

2. Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM identik dengan pembuatan projek. Siswa berkebutuhan khusus dapat difasilitasi

sesuai dengan kekurangan yang dimiliki siswa, mereka dapat terlibat langsung dalam proyek-proyek yang relevan dan menarik minat mereka dengan bantuan dan arahan dari guru. Penerapan projek tentunya dapat disesuaikan dengan kemampuan individu siswa yang berkebutuhan khusus.

3. Penggunaan Teknologi

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wright, Knight, & Barton (Dalam Adhellacahya, 2022) diperoleh hasil bahwa *Video Modeling* dianggap efektif dan layak digunakan, serta dibutuhkan sebagai upaya pelatihan yang diperlukan untuk membuat model *Video Modeling* berfungsi dalam penggunaannya di dalam kelas dengan meminimalisir hambatan-hambatan yang mungkin terjadi. Dengan penerapan yang tepat, *Video Modeling* dapat menjadi strategi pengajaran yang cepat dan efisien untuk mengajarkan berbagai keterampilan akademik. *Video Modeling* juga mungkin semakin layak digunakan, mengingat penggunaan teknologi yang terus berkembang (Adhelacahya, dkk, 2020). *Video Modeling* mampu digunakan untuk pembelajaran berbasis STEAM bagi siswa autis dan gangguan intelektual yang ringan saja bukan untuk siswa dengan kebutuhan khusus yang kompleks atau berat, karena siswa dengan kebutuhan khusus yang kompleks mungkin saja tidak memiliki keterampilan prasyarat yang harus dipenuhi sebelum belajar melalui *Video Modeling*.

4. Kolaborasi dan Tim Kerja

Guru merancang pembelajaran dengan mendorong kerja sama tim di mana siswa

berkebutuhan khusus dapat berinteraksi dengan teman sebayanya. Guru dapat memastikan adanya peran yang sesuai bagi setiap siswa di dalam tim.

5. Pelatihan Guru

Keberhasilan pembelajaran bagi siswa berkebutuhan khusus tentunya diperlukan kompetensi guru, sekolah dapat memberikan pelatihan khusus bagi guru agar mereka dapat memahami cara terbaik mengajar siswa berkebutuhan khusus. Pelatihan ini juga mencakup penggunaan alat bantu dan teknologi asistif.

6. Lingkungan Belajar yang Inklusif

Sekolah dapat memfasilitasi dan menciptakan ruang kelas yang ramah dan mendukung bagi semua siswa. Fasilitas fisik dan sumber daya lainnya dapat diakses oleh siswa berkebutuhan khusus.

8.3 Pengayaan dan Akselerasi dalam Pembelajaran STEAM

a. Pengertian Pengayaan Dan Akselerasi

Pengayaan secara umum dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya. Menurut Suharsimi Arikunto dalam At-Taubany (2017) Kegiatan pengayaan adalah kegiatan yang diberikan kepada peserta didik kelompok cepat sehingga peserta didik tersebut menjadi lebih kaya pengetahuan dan keterampilannya, atau lebih mendalam penguasaan bahan pelajaran dan kompetensi yang mereka pelajari. Akselerasi adalah program percepatan

belajar yang diselenggarakan secara khusus bagi siswa yang mempunyai kecerdasan tinggi dan mempunyai kemampuan sehingga dapat menyelesaikan studinya dengan waktu lebih cepat dari waktu yang telah ditetapkan untuk jenjang pendidikan yang sama (Nawawi, 2021).

b. Tujuan Pengayaan dan Akselerasi

Secara umum tujuan program pengayaan untuk meningkatkan pemahaman dan wawasan terhadap materi yang sedang atau telah dipelajarinya serta agar siswa dapat belajar secara optimal baik dalam hal pendayagunaan kemampuannya maupun perolehan dari hasil belajar (usman, 1993). pengayaan dirancang untuk memberikan tantangan belajar yang lebih tinggi kepada peserta didik yang memiliki kemampuan lebih. Program ini memiliki fokus pada pengembangan minat, bakat, dan kecakapan peserta didik yang dapat melampaui standar kompetensi. Program pengayaan berusaha untuk mengoptimalkan perkembangan keterampilan berpikir, kreativitas, kemampuan memecahkan masalah, eksperimen, inovasi, penemuan, keterampilan seni, keterampilan gerak, dan lain sebagainya. Pengayaan memberikan pelayanan khusus kepada peserta didik dengan kecerdasan lebih, memberikan tantangan belajar yang lebih tinggi, dan membantu mereka mencapai kapasitas optimal dalam proses belajar mereka (Yulianto, 2024).

Akselerasi merupakan program percepatan dalam pembelajaran. Tujuan dari program akselerasi antara lain:

1. Memberikan kesempatan kepada peserta individu yang memiliki kemampuan

memproses didik cerdas dan/ atau istimewa untuk potensi yang luar biasa untuk pencapaian mengikuti program pendidikan sesuai keberhasilan akademik atau pengejaran produksi dengan potensi kecerdasan yang dimilikinya.

2. Memenuhi hak asasi peserta didik cerdas istimewa sesuai kebutuhan pendidikan bagi dirinya.
3. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran bagi peserta didik cerdas Istimewa
4. Membentuk manusia berkualitas yang memiliki kecerdasan spiritual, emosional, sosial, dan intelektual
5. Membentuk manusia berkualitas yang kompeten dalam pengetahuan dan seni, berkeahlian, berketerampilan (Yunanto, 2012).

Jika menganalisis dari konsep pengayaan dan akselerasi yang dikaitkan dengan pendekatan STEAM, penulis dapat menyimpulkannya pada beberapa contoh berikut ini. Berikut beberapa contoh pengayaan dalam pendekatan STEAM, antara lain:

a. Guru dapat merancang pembelajaran proyek berbasis penelitian di mana siswa dapat mengeksplorasi topik mengenai sains atau teknologi yang lebih mendalam.
b. Guru Merancang kegiatan seni yang menggabungkan elemen matematika, sains atau teknik, seperti desain grafis atau seni digital.

c. Membuat program kunjungan ke pusat-pusat pendidikan sains, teknologi, museum, atau laboratorium penelitian.
d. Ikut berpartisipasi dalam berbagai kompetisi sains atau olimpiade sains dan teknologi.
e. Mengadakan lokakarya, workshop atau seminar dengan mengundang para ahli di bidang STEAM.

Berikut beberapa contoh Akselerasi dalam pendekatan STEAM, antara lain:

1. Mengizinkan siswa untuk mengambil kursus tingkat lanjut atau AP (*Advanced Placement*) lebih awal dari kondisi biasanya.
2. Melompat kelas atau mengikuti program akselerasi di mana siswa menyelesaikan lebih dari satu tingkat kurikulum dalam satu tahun.
3. Program *dual-enrollment* di mana siswa setingkat SMA dapat mengambil kelas di perguruan tinggi.
4. Pembelajaran mandiri dengan bimbingan guru di mana siswa dapat maju sesuai kecepatan mereka sendiri.

8.4 Studi Kasus: Keberhasilan STEAM dengan Beragam Siswa

a. Latar Belakang

Pada tahun 2023, sebuah sekolah Dasar (SD) inklusi di Semai, Jepara, Jawa Tengah. Di SD Inklusi Semai tersebut ada 28 siswa yang berkebutuhan khusus dengan kondisi dan jenis kebutuhan yang berbeda. Diantaranya disleksia, *slow learner*, disabilitas intelektual, tunarungu, dan autisme ringan yang kesemuanya tersebar di 7 kelas. Masing-masing kelas ada 4 anak

berkebutuhan khusus dan 22 anak reguler. SD ini mencoba menggunakan Buku suplemen yang dirancang dari materi yang sudah ada di SD Inklusi kemudian dikembangkan dengan inovasi pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*).

b. Desain Program

Program ini dirancang untuk siswa dengan beragam latar belakang kemampuan, termasuk anak berkebutuhan khusus. Pendekatan STEAM ini juga dinilai mampu meningkatkan skill anak berkebutuhan khusus dalam menjawab tantangan. memecahkan masalah melalui pembelajaran science, mampu meningkatkan motivasi belajar melalui pengintegrasian seni dan musik kedalam pembelajaran, serta mampu mengasah keterampilan dan kreatifitas melalui konsep engineering dan fasilitas tekhnologi. Melalui STEAM maka tiga prinsip dasar UDL (*Universal Desaign for Learning*), yang semuanya ditujukan untuk melayani keragaman, menekankan penggunaan berbagai cara representasi, ekspresi, dan keterlibatan bisa terpebuhi. Sehingga life skill anak dengan kondisi beragam pun dapat terasah dengan baik. Untuk mengimplementasikan STEAM, maka SD inklusi Semai ini menggunakan Buku suplemen life skill merupakan buku suplemen sebagai sarana menstimulasi anak berkebutuhan khusus agar dapat memiliki life skill. Buku ini juga memiliki banyak ragam aktivitas yang dapat diimplementasikan oleh guru pendamping dalam mengajarkan life skill anak berkebutuhan khusus. Konsep materi life skill yang dikembangkan dalam buku ini mengisyaratkan agar pendidikan mampu memberikan bekal untuk hidup secara bermakna

bagi semua siswa tanpa terkecuali. Pembelajaran general life skills ini bertujuan untuk memfungsikan pendidikan sesuai dengan fitrahnya, yaitu mengembangkan potensi manusiawi anak untuk dapat menghadapi perannya di masa mendatang.

c. Pendekatan Inklusif

Berdasarkan kondisi siswa di SD Semai sebagai sekolah inklusi yang terdiri dari siswa normal dan berkebutuhan khusus, maka digunakan cara pemecahan masalah dengan pendekatan *creative problem solving*. Pendekatan ini dilakukan dengan mengorganisasikan gagasan kreatif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang didapat dari hasil analisis kebutuhan di SD Inklusi Semai. Gagasan kreatif ini dituangkan dalam bentuk buku suplemen pendampingan agar dapat menjadi tambahan asupan informasi bagi guru dalam mengasah life skill anak berkebutuhan khusus. Buku suplemen ini dirancang berpijak dari materi yang sudah ada di SD Inklusi kemudian dikembangkan dengan inovasi pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). Dimana pendekatan ini mengintegrasikan antara sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika kedalam kurikulum dan pembelajaran. Pembelajaran STEAM didasari oleh pembelajaran inkuiri yang membutuhkan alat dan bahan yang bersifat terbuka (*loose part*) sehingga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar

d. Hasil

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan buku suplemen life skill berbasis STEAM bagi anak berkebutuhan khusus

sangat layak digunakan, dengan hasil yang signifikan. Hal ini dilihat dari perolehan nilai validasi oleh expert dengan skor 90 dan 97 yang masuk dalam kategori sangat valid. Sementara hasil respon guru pendamping diperoleh nilai 86 yang masuk dalam kategori sangat baik. Sedangkan hasil ujicoba praktik pendampingan anak berkebutuhan khusus diperoleh hasil yaitu disleksia dengan skor 88, disabilitas intelektual dengan skor 86, down syndrome dengan skor 80, syndrome asperger dengan skor 78. Secara keseluruhan hasil tersebut menunjukkan bahwa pengembangan buku suplemen pendampingan life skill berbasis STEAM ini sangat layak dan sangat baik digunakan oleh guru pendamping dalam mengasah life skill anak berkebutuhan khusus agar sampai pada kondisi terbaiknya.

e. Faktor Keberhasilan

Beberapa faktor kunci yang berkontribusi terhadap keberhasilan program ini meliputi:

1. Pendekatan Interdisipliner. Pendekatan ini menggabungkan seni dengan sains membantu menarik minat siswa dengan berbagai minat.
2. Pembelajaran Berbasis Proyek, memungkinkan siswa untuk terlibat secara aktif dan mempraktikkan apa yang mereka pelajari dalam konteks nyata.
3. Diferensiasi Pembelajaran. Strategi diferensiasi dapat membantu mengakomodasi beragam kebutuhan siswa dan memastikan semua siswa dapat berpartisipasi secara aktif.

4. Kolaborasi. Kolaborasi dapat mendorong kerja sama antar siswa, agar meningkatkan keterlibatan dan pemahaman.

f. Kesimpulan

Program STEAM yang diimplementasikan di sekolah ini berhasil menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan menarik bagi siswa dengan beragam latar belakang. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat, pembelajaran STEAM dapat menginspirasi dan memberdayakan semua siswa, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan baik secara fisik maupun mental.

BAB IX

Profesionalisme Guru dalam Pembelajaran STEAM

9.1 Kualifikasi dan Kompetensi Guru STEAM

Kompetensi guru merupakan kemampuan seorang guru untuk melakukan tugas dan kewajibannya dengan layak dan bertanggung jawab. Menurut Undang-undang republik Indonesia nomer 14 tahun 2005 pasal 8, kompetensi guru meliputi kompetensi kepribadian, pedagogik, sosial dan profesional.yang akan didapatkan jika mengikuti pendidikan profesi.

Pembelajaran menggunakan pendekatan STEAM merupakan salah satu terobosan bagi pendidikan di Indonesia yang berupaya mengembangkan kemampuan untuk menciptakan ekonomi berbasis sains dan teknologi. Melalui STEAM pendidik juga dapat mengajak siswa untuk berpikir secara komprehensif dengan pola pemecahan masalah yang berdasarkan lima aspek dalam STEAM yang bertujuan untuk mengajarkan siswa berpikir kritis dan memiliki teknik atau desain untuk memecahkan masalah. Dalam peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No 16 Tahun 2007 tentang kualifikasi Akademik dan kompetensi guru dinyatakan bahwa standar kompetensi guru dikembangkan secara utuh dari empat kompetensi utama yaitu sosial, kepribadian, pedagogik dan profesional.

Terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan pada kompetensi profesional dan pedagogik melalui penerapan metode STEAM yang sesuai untuk mengakselerasi era digitalisasi bidang pendidikan. Pada kompetensi pedagogik dan profesional diantaranya:

a. aspek menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik dengan indikator guru mampu Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam pembelajaran;
b. aspek menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik dengan indikator menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan;
c. aspek memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dengan indikator memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran.

Pada kompetensi profesional aspek yang dapat ditingkatkan meliputi:

a. menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.
b. aspek mengembangkan materi pembelajaran yang diampu secara kreatif;
c. aspek memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk berkomunikasi dan mengembangkan diri dengan indikator memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam berkomunikasi serta memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk pengembangan diri.

STEAM sebagai sebuah pendekatan, bukanlah kurikulum yang tertulis. STEAM dimaksudkan untuk mendorong rasa ingin tahu, mengajukan pertanyaan mendasar/essensial dan menstimulasi kreativitas dalam eksplorasi pemecahan masalah. Setiap guru dapat menjadi bagian dari kelas. STEAM berlangsung setiap hari sebagai sebuah pendekatan untuk digunakan sesuai dengan maksud tujuan pembelajaran. Artinya setiap guru dapat mengintegrasikan STEAM ke dalam kelas matematika, sejarah,musik dan kelas apapun yang diajarkan. Namun hanya karena semua dapat mengajarkan bukan berarti para guru dapat langsung melakukannya dengan baik dan bertanggung jawab. Guru mengajarkan STEM wajib memahami konten pembelajaran dengan perencanaan yang baik. Pembelajaran diajarkan dengan menyatukan konsep STEAM sehingga menghasilkan keterampilan dan pembelajaran bermakna bagi siswa.

9.2 Pelatihan dan Pengembangan Profesional Guru

Kennedy (2005) menyatakan ada sembilan model pengembangan profesionalisme guru, yaitu:
(1) training model,
(2) award-bearing model,
(3) *deficit model*,
(4) *cascade model*,
(5) *standards-based model,*
(6) coaching/mentoring model,
(7) community of practice model,
(8) action research model,
(9) transformative model.

Menurut Kennedy (2005) menyatakan salah satu model pengembangan profesional guru yaitu training, perlu dilakukan workshop tentang peningkatan kompetensi pedagogik dan profesional guru untuk mengakselerasi era digitalisasi di bidang pendidikan menggunakan pendekatan STEAM.

Pelatihan dan pengembangan profesional guru dalam bidang STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) sangat penting untuk memastikan bahwa mereka memiliki keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mengajar secara efektif. Berikut adalah beberapa aspek utama dari pelatihan dan pengembangan profesional guru STEAM di Indonesia:

1. Program Pelatihan dari Pemerintah

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) di Indonesia telah meluncurkan berbagai inisiatif untuk melatih guru dalam pendekatan STEAM. Program-program ini sering kali berfokus pada pengintegrasian kurikulum STEAM ke dalam pembelajaran sehari-hari, penggunaan teknologi digital dalam kelas, dan pengembangan proyek-proyek interdisipliner. Pendekatan STEAM dilakukan pada program guru penggerak. Program ini adalah inisiatif pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas guru melalui pelatihan intensif dengan menerapkan kurikulum merdeka (Murwanti: 2023). Salah satu fokusnya adalah bagaimana mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek yang terkait dengan STEAM.

2. Pelatihan oleh Institusi Pendidikan dan Universitas

Beberapa universitas di Indonesia menyediakan program sertifikasi atau pelatihan jangka pendek bagi guru yang ingin mengembangkan keahlian dalam bidang STEAM. Misalnya, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) dan Universitas Negeri Jakarta (UNJ) menawarkan program yang berfokus pada pedagogik STEAM.Pelatihan juga dilakukan secara daring. Dengan meningkatnya akses internet, banyak universitas dan lembaga pendidikan lainnya menyediakan pelatihan daring yang mencakup topik-topik STEAM. Ini memberikan fleksibilitas bagi guru untuk belajar sesuai dengan jadwal mereka.

3. Workshop dan Seminar dari Organisasi Nirlaba dan Non Government Organization (NGO)

Banyak organisasi nirlaba yang berfokus pada pendidikan menawarkan workshop, seminar, dan lokakarya untuk guru. Contohnya, YCAB Foundation dan Sampoerna Foundation sering mengadakan pelatihan tentang penerapan STEAM di kelas, yang melibatkan penggunaan alat dan teknologi modern serta pengembangan proyek kreatif. Program Indonesia Mengajar juga merupakan inisiatif yang melibatkan pelatihan guru, khususnya di daerah-daerah terpencil, untuk mengadopsi metode STEAM dalam pengajaran mereka.

4. Pelatihan oleh Sektor Swasta

Beberapa perusahaan teknologi besar seperti Microsoft Indonesia dan Google Indonesia telah mengadakan program pelatihan dan sertifikasi untuk guru dalam penggunaan alat

digital dan teknologi dalam konteks pendidikan STEAM. Misalnya, pelatihan tentang penggunaan Google Classroom dan Microsoft Teams untuk proyek

9.3 Komunitas Belajar dan Jaringan Profesional STEAM

Komunitas belajar dan jaringan profesional STEAM memainkan peran penting dalam mendukung dan memajukan pendidikan STEAM. Berikut adalah beberapa contoh dan jenis jaringan yang ada:

1. Komunitas Online dan Forum
    a. STEAM Network: Platform online yang menyediakan sumber daya, diskusi, dan dukungan bagi pendidik STEAM.
    b. Reddit: Subreddit seperti r/STEAM dan r/education sering menjadi tempat diskusi dan berbagi ide tentang praktik terbaik dan tantangan dalam pembelajaran STEAM.
    c. LinkedIn Groups: Kelompok seperti "STEAM Educators" memungkinkan profesional berbagi artikel, sumber daya, dan peluang jaringan.
2. Organisasi dan Asosiasi

International Society for Technology in Education (ISTE): Menyediakan pelatihan dan konferensi untuk pendidik STEAM.

    a. National Science Teachers Association (NSTA): Mendukung guru sains dengan sumber daya dan jaringan profesional.
    b. Engineering is Elementary (EiE): Memberikan kurikulum dan pelatihan untuk integrasi teknik dalam pembelajaran STEAM.

3. Konferensi dan Workshop
    a. STEAM Conference: Acara tahunan yang fokus pada pengembangan keterampilan dan jaringan untuk pendidik STEAM.
    b. Maker Faires: Menawarkan kesempatan bagi pendidik dan siswa untuk memamerkan proyek dan bertukar ide dalam konteks STEAM.
4. Program Pelatihan dan Sertifikasi
    a. Google for Education: Menyediakan pelatihan dan sertifikasi bagi pendidik dalam menggunakan teknologi dalam pembelajaran STEAM.
    b. Coursera dan edX: Platform kursus online yang menawarkan pelatihan khusus untuk guru dalam integrasi STEAM.
5. Komunitas Lokal dan Regional
    a. Professional Learning Communities (PLCs): Kelompok guru di sekolah atau distrik yang secara teratur bertemu untuk berbagi praktik terbaik dan sumber daya terkait STEAM.
    b. Local Education Agencies: Kadang-kadang mengadakan acara atau workshop khusus untuk mendukung pendidikan STEAM di wilayah mereka.
6. Kolaborasi dengan Industri
    a. Partnerships with Tech Companies: Banyak perusahaan teknologi menjalin kemitraan dengan sekolah untuk menyediakan sumber daya, pelatihan, dan peluang jaringan dalam bidang STEAM.
    b. Mentorship Programs: Menghubungkan siswa dan guru dengan profesional industri untuk bimbingan dan pengalaman langsung.

Jaringan dan komunitas ini menyediakan dukungan penting untuk pendidik STEAM, membantu mereka mengakses sumber daya terbaru, berkolaborasi dengan rekan-rekan mereka, dan terus meningkatkan praktik pengajaran mereka.

9.4 Studi Kasus: Pengalaman Guru dalam Pembelajaran STEAM

Berikut adalah beberapa studi kasus yang menunjukkan pengalaman guru dalam menerapkan pembelajaran STEAM:

1. Studi Kasus: Sekolah Dasar di Amerika Serikat

Guru: Mrs. Johnson, seorang guru kelas 4

Pendekatan: Mengintegrasikan seni ke dalam proyek STEM

Deskripsi: Mrs. Johnson menggabungkan seni dalam proyek STEM dengan membuat siswa merancang dan membangun model jembatan menggunakan alat desain digital. Siswa mempelajari prinsip teknik dan sains, kemudian menerapkan kreativitas mereka untuk membuat desain estetis dari jembatan tersebut. Mrs. Johnson melaporkan bahwa siswa lebih terlibat dan antusias karena proyek ini menggabungkan elemen seni dengan teknik.

2. Studi Kasus: Sekolah Menengah di Inggris

Guru: Mr. Smith, guru matematika dan teknologi

Pendekatan: Proyek desain interdisipliner

Deskripsi: Mr. Smith mengadakan proyek di mana siswa merancang aplikasi mobile. Proyek ini melibatkan sains komputer, desain grafis, dan matematika untuk mengembangkan algoritma dan antarmuka pengguna. Mr. Smith menemukan

bahwa siswa tidak hanya belajar keterampilan teknis tetapi juga meningkatkan kemampuan mereka dalam berkolaborasi dan berpikir kreatif. tetapi juga meningkatkan kemampuan mereka dalam berkolaborasi dan berpikir kreatif.

3. Studi Kasus: Sekolah Menengah Pertama di Jepang*

Guru: Mrs. Tanaka, guru sains

Pendekatan: Menggunakan teknologi dan seni untuk eksperimen sains

Deskripsi: Mrs. Tanaka menggunakan seni untuk menjelaskan konsep sains dengan membuat model visual yang menarik. Misalnya, siswa membuat representasi visual dari reaksi kimia menggunakan seni digital. Mrs. Tanaka melaporkan bahwa penggunaan seni membantu siswa memahami konsep-konsep yang lebih kompleks dengan cara yang lebih mudah dipahami dan menyenangkan.

4. Studi Kasus: Sekolah Dasar di Australia

Guru: Mr. Brown, guru teknik

Pendekatan: Menerapkan proyek STEAM untuk menyelesaikan masalah nyata

Deskripsi: Mr. Brown meminta siswa merancang solusi untuk masalah lingkungan, seperti polusi plastik. Siswa memanfaatkan prinsip teknik untuk menciptakan prototype alat pembersih plastik, sambil menggunakan seni untuk mendesain kampanye kesadaran. Mr. Brown mencatat bahwa siswa menjadi lebih sadar akan isu lingkungan dan lebih termotivasi untuk terlibat dalam proyek-proyek berbasis komunitas.

5. Studi kasus : PAUD di Indonesia

Pendekatan: Menerapkan proyek STEAM untuk berfikir ilmiah (Rizkia, 2020)

Deskripsi: Melalui pembuatan instalasi penjernihan air menggunakan botol plastik air mineral dapat mengembangkan teknologi sederhana berbasis keterampilan psikomotor. Hastakarya sederhana ini memerlukan rancang bangun alat yang terdeskripsi pada kertas kerja yang disusun anak usia dini. Pada fase ini, anak dilatih untuk dapat memperhitungkan secara matematis bentuk dan ukuran alat agar tampilan hastakarya terlihat presisi dan estetik. pembuatannya bertujuan untuk melatih anak mengembangkan berpikir ilmiah dasar yang merupakan inti dari kemampuannya dalam mengumpulkan berbagai informasi.

Dalam semua studi kasus ini, penerapan STEAM memungkinkan guru untuk membuat pengalaman belajar yang lebih dinamis dan terintegrasi, menggabungkan elemen teknis dan kreatif untuk mencapai hasil pembelajaran yang lebih mendalam. Guru melaporkan peningkatan keterlibatan siswa, pemahaman konsep yang lebih baik, dan pengembangan keterampilan kolaborasi dan kreativitas.

BAB X | Pembelajaran STEAM di Era Digital

10.1 Tren dan Inovasi Digital dalam Pendidikan STEAM

Dunia saat ini yang kita tinggali telah mengalami perkembangan pesat dalam banyak aspek di era digital. Era digital ditandai dengan perubahan teknologi yang semakin cepat. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat diperlukan agar Indonesia mampu bersaing di era digital. Proses pembelajaran dengan mengedepankan pembelajaran digital bukan sekedar mengikuti tren global melainkan merupakan suatu langkah strategis di dalam upaya meningkatkan akses dan kualitas layanan pendidikan. Model pembelajaran digital dan juga konten digital dikembangkan untuk mengatasi kesenjangan pendidikan dan untuk meningkatkan mutu pendidikan. Kompetensi digital dibangun agar sumberdaya manusia khususnya guru dan peserta didik menguasai teknologi digital. Di era digital dan teknologi saat ini, pekerjaan yang membutuhkan pemahaman mendalam tentang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika menjadi semakin meningkat. Berbagai pendekatan dan teknologi pengajaran yang inovatif saat ini muncul untuk memenuhi tantangan ini. Metode pembelajaran STEAM (*Science Technology Engineering Arts Mathematics*) menjadi salah satu kunci penting dunia pendidikan menghadapi era digital. Pendekatan STEAM merupakan sebuah pendekatan

dalam pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara total dalam mengeksplorasi dan memahami substansi makna dari pelajaran yang sedang dilakukan. Dalam hal ini guru berperan sebagai fasilitator dan peserta didik bereksplorasi dengan berkolaborasi dalam menyelesaikan tugas belajarnya (Nurhasanah & Ms, 2021).

Menurut Sahih (2015) Pembelajaran STEAM merupakan pendekatan pembelajaran interdisipliner yang inovatif dimana IPA, teknologi, teknik, seni dan matematika diintegrasikan dengan fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari, pembelajaran STEAM menunjukkan kepada peserta didik bagaimana konsep-konsep, prinsip-prinsip IPA, teknologi, teknik, dan matematika digunakan secara terpadu untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia yang kompetitif. Tujuan pembelajaran STEAM adalah untuk meningkatkan keterampilan peserta didik dalam empat bidang ilmu yaitu keterampilan sains, keterampilan mengoperasikan teknologi, keterampilan teknik penyelesaian masalah dan keterampilan matematika yang sangat cocok diterapkan untuk menghadapi tantantangan abad 21 (Fathoni et al., 2020). Salah satu cara yang bisa digunakan dalam menerapkan teknologi ke dalam pembelajaran mengunakan pendekatan STEAM adalah *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) yaitu suatu sistem yang beroperasi secara mandiri dan dapat terus belajar dan berkembang melalui pembelajaran IT, hal ini juga pembelajaran bermuatan STEAM sangat cocok digunakan dalam pembelajaran jarak jauh maupun hybrid. Guru juga

dapat melakukan inovasi dengan memanfaatkan teknologi digital dengan pendekatan STEAM, misalnya mengembangkan media pembelajaran digital berbasis STEAM.

10.2 Pembelajaran Jarak Jauh dan Hybrid dalam STEAM

Pendidikan yang semula dengan metode tatap muka di lembaga pendidikan, kini bisa dilaksanakan dengan pembelajaran jarak jauh atau pembelajaran daring/*online*. Hal ini merupakan langkah inisiatif dari pemerintah karena pembelajaran tidak harus bertemu dan tidak harus bertatap muka secara langsung, namun Pendidikan juga dapat dilaksanakan dengan pembelajaran jarak jauh melalui sosial media, media teknologi, dan aplikasi. Pembelajaran tersebut dikenal dengan pembelajaran daring/*online* (Adiwijaya & Ningrum, 2020). Selain pembelajaran jarak jauh, saat pembelajaran juga dapat dilaksanakan secara *hybrid*. *Hybrid learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan sistem pembelajaran jarak jauh secara daring/*online* dengan pengajaran di ruang kelas secara tatap muka. Pendekatan yang tepat dan efektif dalam pengimplementasian pembelajaran jarak jauh (PJJ) dan hybrid adalah dengan menggunakan pendekatan STEAM. Pembelajaran bermuatan STEAM merupakan isu penting dalam pendidikan saat ini terutama dalam pembelajaran jarak jauh dan hybrid, sehingga karakter kreatif dan kemandirian peserta didik dapat diintegrasikan melalui pembelajaran bermuatan STEAM ini. Sejalan dengan hal tersebut Becker & Park (2011) menyatakan bahwa karakter kreatif dan

kemandirian dapat diintegrasikan melalui pembelajaran bermuatan STEAM.

Senada dengan pendapat tersebut upaya peningkatan karakter kreatif dan kemandirian pada pembelajaran jarak jauh dan hybrid salah satunya adalah pembiasaan dalam meningkatkan karakter kreatif dan kemandirian dengan menyisipkan pembelajaran bermuatan STEAM dalam kehidupan sehari-hari peserta didik, peran serta dukungan orang tua dan lingkungan saat pembelajaran jarak jauh mempunyai pengaruh besar terhadap perkembangan anak, sehingga STEAM tetap konsisten diterapkan selama pembelajaran jarak jauh, karena melalui pembelajaran bermuatan STEAM inilah tidak menutup kemungkinan dapat menggali karakter kreatif dan kemandirian anak melalui kemampuan dalam memunculkan solusi dan ide baru untuk memecahkan masalah.

Pembelajaran bermuatan STEAM dikembangkan sebagai upaya dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran di abad 21, dimana peserta didik diharapkan memiliki kemampuan berpikir analitis, komunikatif, kreatif dan mampu berkolaborasi dengan orang lain. Pembelajaran bermuatan STEAM dapat berkembang jika dikaitkan dengan lingkungan sekitar, sehingga dapat terwujud sebuah pembelajaran yang menghadirkan dunia nyata yang dialami oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Amalia et al., 2022; Subramaniam et al., 2012). Hal ini berarti melalui muatan STEAM peserta didik tidak hanya sekedar menghafal konsep saja, melainkan lebih kepada bagaimana peserta didik mengerti serta memahami konsep-konsep sains dan kaitanya dalam kehidupan sehari-hari. Dalam pembelajaran

bermuatan STEAM, peserta didik didorong untuk mengembangkan rasa ingin tahu dan mengajukan pertanyaan, sehingga mereka mampu membangun pengetahuan di sekitar dunianya dengan mengeksplorasi, mengamati, menemukan dan menyelidiki bagaimana sesuatu itu bekerja. Pembelajaran ini dapat dilaksanakan dengan mempelajari sesuatu yang terjadi sehari – hari dan dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia di sekitar peserta didik maupun dari internet. Peran guru dan orang tua sangat diperlukan dalam pendekatan ini guna mendorong anak untuk dapat mengekplorasi pengetahuan di sekitar maupun internet.

Dalam membangun pengetahuan melalui alam sekitar, salah satu unsur yang penting dan menarik dari pembelajaran bermuatan STEAM adalah penggunaan *loose-parts*. *Loose-parts* adalah barang–barang yang mudah ditemukan sehari–hari di lingkungan sekitar peserta didik, yang bisa digunakan sebagai media pembelajaran. Alam penuh dengan barang yang dapat digunakan sebagai *loose-parts*, misalnya ranting pohon, biji-bijian, kancing, hewan, daun, bunga dan benda alam lainnya. Dengan demikian, orangtua dan guru dapat mengumpulkan barang *loose-parts* dari manapun, tanpa mengeluarkan biaya. Barang *loose-parts* ini tidak hanya mendukung perkembangan peserta didik, tetapi juga membantu peserta didik untuk menghubungkan dirinya dengan lingkungannya (Brantanoto et al., 2020; Wahyuningsih et al., 2020). Ketika peserta didik menggunakan benda-benda di alam, mereka bisa menggunakannya untuk apapun sesuai dengan ide mereka. Hal ini akan dapat mengembangkan imajinasi, kreativitas, bahasa dan

pengetahuan peserta didik. Selain dari alam sekitar, perkembangan teknologi yang sangat pesat dapat memungkinkan peserta didik juga dapat diperoleh pengetahuan melalui internet. Peserta didik milenial merupakan generasi yang *highly-mobile, apps-dependent,* dan selalu terhubung secara *online* ("*always connected*"). Mereka dapat cepat menerima dan berbagi informasi melalui jejaring sosial. Mereka merupakan *self-learner* yang selalu mencari sendiri pengetahuan yang mereka butuhkan melalui aplikasi *YouTube* dan aplikasi-aplikasi pendidikan lainnya. Mereka merupakan generasi yang sangat melek visual (*visually-literate*), sehingga lebih menyukai belajar secara visual (melalui video di *YouTube*, *online games*, bahkan menggunakan *augmented reality*) daripada melalui teks (membaca buku) atau mendengar ceramah guru di kelas (Mulyani, 2019). Jika kondisi ini diintegrasikan dengan pembelajaran bermuatan STEAM, maka kualitas pendidikan akan dapat ditingkatkan. Hal ini menunjukkan pendekatan STEAM efektif digunakan dalam pembelajaran di rumah.

10.3 Studi Kasus: Implementasi STEAM di Sekolah

Meski tengah populer, implementasi pembelajaran STEAM di Indonesia masih terbilang kurang. Hanya sebagian kecil sekolah-sekolah yang ada di Indonesia yang telah mengimplementasikan pembelajaran STEAM. Studi kasus implementasi STEAM di sekolah dapat dipelajari dari beberapa penelitian yang telah dilaporkan, salah satunya penelitian yang telah dilaporkan oleh Nuragnia (2021) dengan judul "Pembelajaran Steam di Sekolah Dasar:

Implementasi dan Tantangan" yang dipublikasikan pada Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan. Penelitian ini dilakukan kepada sebanyak 32 guru sekolah dasar di daerah Jawa Barat dan Banten dengan metode survey dengan tujuan untuk mengeksplor implementasi pembelajaran STEAM di sekolah dasar dan tantangan apa saja yang dihadapi guru sekolah dasar dalam implementasi STEAM. Beberapa poin yang ditemukan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Nuragnia et al., 2021):

1. Pelatihan STEAM

Sebelum mengimplementasikan pembelajaran STEAM, guru perlu mengikuti pelatihan STEAM. Pelatihan STEAM dapat memberikan manfaat dalam pengetahuan tentang metode dan model pembelajaran yang dapat diterapkan di dalam kelas. Selain itu, pelatihan STEAM juga membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran yang menarik dan inovatif sehingga mampu meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar. Manfaat lain dari pelatihan STEAM adalah penambahan wawasan guru dalam pembelajaran berbasis masalah dan proyek sehingga dapat memfasilitasi peserta didik dalam pembelajaran yang berfokus pada pengembanngan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif.

2. Implementasi pembelajaran STEAM

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam implementasi pembelajaran STEAM, yaitu pengalaman belajar yang berpusat pada peserta didik, kolaborasi model pembelajaran seperti inkuiri, PBL dan PJBL dalam pembelajaran, pengaplikasian pembelajaran terintegrasi, penyesuaian dengan kondisi dan kebutuhan siswa, dan pelaksanaan evaluasi dan refleksi. Proses

evaluasi dan refleksi adalah proses yang penting dalam pembelajaran STEAM karena pembelajaran STEAM merupakan pembelajaran yang berfokus pada inkuiri dan masalah sehari-hari, sehingga membantu membantu peserta didik dan guru untuk dapat mengetahui pencapaian dalam pembelajaran yang dilaksanakan.

3. Tantangan

Dalam pelaksanaan pembelajaran STEAM, ada beberapa tantangan yang dihadapi oleh guru seperti kurangnya dukungan dan pengetahuan pedagogik, waktu, tantangan teknis, akses terhadap konten STEAM, dan fasilitas terutama fasilitas berbasis teknologi. Tantangan teknis dan waktu merupakan tantangan yang paling banyak diungkapkan oleh guru dalam implementasi STEAM.

STEAM juga dapat diaplikasikan pada pengembangan modul ajar digital. Seperti studi kasus pada penelitian yang dilakukan oleh Maulidiansy et al. (2023). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*) sebagai solusi dalam menghadapi pembelajaran abad 21 serta membantu dalam mengatasi kesulitan guru dalam mengimplementasikannya di kelas, terutama dalam pembelajaran Matematika. Sehingga dibuatlah ide solutif berupa bahan ajar yaitu sebuah "E-Motivector (E-Modul Interaktif Berbantuan Video Creator)". Temuan dari penelitian ini menunjukan bahwa modul ajar digital E-motivector berbasis STEAM layak untuk digunakan. Secara rinci dijelaskan sebagai berikut: berdasarkan hasil validasi yang ditinjau dari kelayakan isi, skor

validitas E-Motivector sebesar 82,44% dengan kriteria 'Sangat layak'. Berdasarkan hasil validasi yang ditinjau dari kelayakan penyajian, skor validitas E-Motivector sebesar 85,76% dengan kriteria 'Sangat layak'. Berdasarkan hasil validasi yang ditinjau dari kelayakan kebahasaan, skor validitas E-Motivector sebesar 98% dengan kriteria 'Sangat layak'. Berdasarkan hasil validasi yang ditinjau dari kelayakan kegrafikan, skor validitas E-Motivector sebesar 67,50%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa E-Motivector sebagai bahan ajar berbentuk modul elektronik dapat mendukung pembelajaran STEAM di SMA/Sederajat pada materi Vektor dikatakan berhasil.

10.4 Masa Depan Pembelajaran STEAM di Era Digital

Pembelajaran STEAM memiliki prospek baik di Era digital. Pesatnya perkembangan teknologi di era gitital telah mendorong terbentuknya era baru yaitu Era *super smart society 5.0*. Era *super smart society 5.0* adalah masa dimana masyarakat harus bisa menyelesaikan permasalahan sosial yang diakibatkan oleh penemuan pada era industri 4.0 yakni *artificial intelligence, internet of things*, teknologi robot, hingga big data yang tentunya bisa menggantikan kebutuhan tenaga manusia (Holroyd, 2020). STEAM dapat mendorong pengembangan ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika menjadi semakin kreatif. STEAM dapat dikolaborasikan dengan berbagai model pembelajaran yang bersifat memecahkan masalah baik secara individual maupun kelompok Penyelesaian masalah tersebut dapat diperoleh

melalui projek ataupun observasi. Contoh mpdel pembelajaran tersebut adalah model pembelajaran berbasis projek dan model pembelajaran berbasis *discovery learning*. Penggabungan model pembelajaran seperti *project* dan sebagainya dengan STEAM serta dipadukan dengan teknologi mampu menciptakan pembelajaran yang baru. STEAM bisa diimplementasikan mulai dari jenjang sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Pembelajaran bermuatan STEAM memiliki dampak yang signifikan pada masa depan terutama di era digital. Melalui pembelajaran bermuatan STEAM yang berkualitas, kita dapat menciptakan generasi yang siap dalam menghadapi tantangan masa depan di berbagai bidang. Pembelajaran bermuatan STEAM memiliki dampak penting dalam peningkatan jumlah individu yang berminat dan berpotensi dalam bidang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika. Sehingga dapat membantu mengatasi kekurangan tenaga kerja yang terampil dalam bidang STEAM, yang menjadi tantangan dalam era digital saat ini.

Pembelajaran bermuatan STEAM juga mampu menciptakan inovasi dan teknologi baru yang dapat meningkatkan kualitas hidup dan memecahkan masalah dunia nyata. Dalam era digital dan teknologi seperti sekarang, perkembangan dalam pembelajaran STEAM sangat penting untuk memajukan masyarakat dan mencapai pembangunan berkelanjutan. Pembelajaran bermuatan STEAM juga membantu mengembangkan keterampilan-keterampilan yang relevan dengan dunia kerja masa depan, seperti pemrograman komputer, kecerdasan buatan, dan robotika.

BAB XI

Riset dan Pengembangan dalam Pembelajaran STEAM

11.1 Tren Penelitian dalam Pendidikan STEAM

Pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) telah menjadi pendekatan yang semakin populer di seluruh dunia untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada siswa. Tren penelitian terkini menunjukkan pergeseran fokus dari sekadar meningkatkan literasi sains dan teknologi ke penanaman keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Pendekatan interdisipliner yang menjadi ciri khas STEAM mendorong siswa untuk melihat masalah dari berbagai perspektif, memungkinkan mereka untuk menerapkan solusi yang inovatif dan relevan dalam konteks kehidupan nyata. Penelitian terbaru berfokus pada bagaimana pembelajaran STEAM dapat merangsang minat siswa, terutama dalam mata pelajaran yang sering dianggap sulit atau kurang menarik, seperti matematika dan sains.

Salah satu tren utama dalam penelitian STEAM adalah penggunaan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran. Penggunaan alat digital, seperti aplikasi simulasi, augmented reality (AR), dan virtual reality (VR), telah menjadi fokus penelitian untuk mengeksplorasi dampaknya terhadap keterlibatan dan hasil belajar siswa. Studi menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya

memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga membuat konsep abstrak lebih dapat diakses dan dipahami oleh siswa. Misalnya, penggunaan VR untuk memvisualisasikan konsep-konsep fisika atau biologi memungkinkan siswa belajar melalui pengalaman langsung yang lebih imersif dibandingkan metode pengajaran tradisional.

Selain teknologi, penelitian dalam pendidikan STEAM juga menyoroti pentingnya desain pembelajaran yang berpusat pada siswa, seperti pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dan pembelajaran berbasis masalah (problem-based learning). Metode-metode ini mengajak siswa untuk aktif terlibat dalam proses belajar, dengan mengeksplorasi, bertanya, dan memecahkan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan mereka. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dalam konteks STEAM dapat meningkatkan keterampilan sosial, seperti kerja sama tim, komunikasi, dan kepemimpinan, yang esensial dalam dunia kerja modern.

Penelitian juga mengungkap pentingnya integrasi seni dalam pendidikan STEAM, yang dikenal sebagai pendekatan STEAM. Seni tidak hanya berfungsi sebagai sarana untuk mengekspresikan kreativitas, tetapi juga sebagai alat untuk meningkatkan pemahaman konsep sains dan teknologi. Tren terbaru menunjukkan bahwa integrasi seni dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah secara kreatif dan berpikir di luar kotak. Misalnya, melalui seni, siswa dapat belajar tentang simetri dan pola dalam matematika, atau memahami konsep gerak dalam fisika melalui tari dan drama.

Isu aksesibilitas dan inklusi dalam pendidikan STEAM juga menjadi perhatian utama dalam penelitian saat ini. Banyak studi menyoroti kesenjangan dalam akses ke pendidikan STEAM, terutama di komunitas dengan sumber daya terbatas atau di negara berkembang. Penelitian berfokus pada pengembangan model pendidikan STEAM yang dapat diterapkan di berbagai konteks, termasuk sekolah-sekolah dengan fasilitas yang terbatas. Misalnya, penelitian tentang penggunaan teknologi low-cost dan pendekatan pembelajaran yang sederhana namun efektif menunjukkan bahwa STEAM dapat diakses oleh siswa di berbagai latar belakang ekonomi dan geografis.

Penelitian dalam pendidikan STEAM juga melihat bagaimana pendekatan ini dapat digunakan untuk meningkatkan partisipasi perempuan dan kelompok minoritas dalam bidang sains dan teknologi. Secara historis, perempuan dan beberapa kelompok etnis kurang terwakili dalam bidang STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM, dengan penekanannya pada inklusivitas dan integrasi seni, dapat menarik lebih banyak siswa perempuan dan kelompok minoritas untuk berpartisipasi dan berprestasi dalam bidang-bidang ini. Studi juga menekankan pentingnya representasi dan role model dalam kurikulum STEAM untuk memotivasi siswa dari latar belakang yang beragam.

Evaluasi dan penilaian dalam pendidikan STEAM juga menjadi fokus penelitian yang signifikan. Tren terbaru menunjukkan pergeseran dari penilaian tradisional berbasis tes menuju penilaian berbasis kinerja dan portofolio. Penilaian

jenis ini lebih cocok untuk mengukur keterampilan yang dikembangkan melalui pembelajaran STEAM, seperti kemampuan problem solving, kreativitas, dan kerja tim. Penelitian menemukan bahwa penilaian berbasis kinerja tidak hanya memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang pencapaian siswa, tetapi juga mendorong siswa untuk lebih reflektif terhadap proses belajar mereka.

Kolaborasi antara sekolah, industri, dan komunitas menjadi aspek yang semakin penting dalam penelitian pendidikan STEAM. Studi menunjukkan bahwa kemitraan ini dapat memberikan siswa akses ke sumber daya nyata dan pengalaman praktis yang sulit didapatkan di dalam kelas saja. Penelitian menunjukkan bahwa melalui kolaborasi dengan industri, siswa dapat memahami relevansi pembelajaran STEAM dengan dunia kerja nyata, sehingga meningkatkan motivasi dan aspirasi karir mereka dalam bidang terkait STEAM.

Penelitian juga menyoroti pentingnya pengembangan profesional untuk guru dalam implementasi pendidikan STEAM. Banyak guru merasa kurang percaya diri atau tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk mengajar dengan pendekatan STEAM. Tren penelitian saat ini berfokus pada pengembangan program pelatihan dan pengembangan profesional yang dirancang khusus untuk guru STEAM. Pelatihan ini mencakup bagaimana mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, dan strategi untuk mengelola kelas STEAM yang efektif dan inklusif.

Ke depan, penelitian dalam pendidikan STEAM diproyeksikan akan terus berkembang

seiring dengan kemajuan teknologi dan perubahan kebutuhan dunia kerja. Tantangan global, seperti perubahan iklim dan revolusi industri 4.0, menuntut pendekatan pembelajaran yang dapat mempersiapkan generasi muda untuk berpikir kritis, berinovasi, dan berkolaborasi lintas disiplin. Oleh karena itu, tren penelitian di masa depan kemungkinan akan berfokus pada bagaimana STEAM dapat berkontribusi dalam mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan global ini, dengan menekankan keberlanjutan, etika, dan tanggung jawab sosial dalam kurikulum STEAM.

11.2 Metodologi Penelitian dalam STEAM

Metodologi penelitian dalam pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) sangat beragam, mencerminkan kompleksitas dan interdisiplinaritas dari pendekatan pembelajaran ini. Pendidikan STEAM menggabungkan berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan pengalaman belajar yang holistik, sehingga membutuhkan metodologi penelitian yang dapat menangkap dimensi-dimensi unik dari pembelajaran STEAM, termasuk aspek kognitif, afektif, dan sosial. Penelitian dalam bidang ini sering menggunakan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan metode campuran (mixed methods) untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang efektivitas program STEAM (Baker & Galanti, 2017).

1. Metode Kuantitatif: Metode kuantitatif dalam penelitian STEAM sering kali melibatkan desain eksperimen atau quasi-eksperimen yang bertujuan untuk mengukur efek intervensi STEAM terhadap hasil belajar siswa. Contoh

dari desain ini termasuk eksperimen kontrol acak (randomized controlled trials), yang digunakan untuk menentukan efektivitas pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan pemahaman konsep sains dan teknologi (Hernández et al., 2019). Teknik analisis statistik yang sering digunakan termasuk analisis varians (ANOVA), regresi linear, dan analisis jalur (path analysis) untuk mengidentifikasi hubungan kausal antara variabel-variabel dalam studi.

2. Metode Kualitatif: Pendekatan kualitatif seperti studi kasus, wawancara mendalam, dan observasi partisipatif digunakan untuk menggali persepsi, pengalaman, dan proses pembelajaran dalam konteks STEAM. Misalnya, penelitian kualitatif dapat mengeksplorasi bagaimana siswa memecahkan masalah secara kreatif dalam proyek STEAM atau bagaimana mereka berkolaborasi dengan teman sekelas dalam aktivitas yang berbasis seni dan teknologi (Yin, 2018). Analisis data kualitatif sering kali menggunakan pendekatan tematik, grounded theory, atau analisis naratif untuk mengidentifikasi tema dan pola dari data yang diperoleh.
3. Metode Campuran (Mixed Methods): Metode campuran semakin populer dalam penelitian STEAM karena memungkinkan peneliti untuk menggabungkan kekuatan metode kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan ini dapat memberikan pandangan yang lebih lengkap mengenai efektivitas pembelajaran STEAM. Sebagai contoh, sebuah studi mungkin menggunakan survei kuantitatif untuk

mengukur peningkatan keterampilan teknis siswa setelah mengikuti kursus STEAM, kemudian dilanjutkan dengan wawancara kualitatif untuk memahami pengalaman belajar mereka secara mendalam (Creswell & Plano Clark, 2018).

4. Desain Penelitian Tindakan (Action Research): Penelitian tindakan sering digunakan dalam konteks STEAM untuk mengembangkan dan mengevaluasi praktik pembelajaran inovatif. Dalam penelitian tindakan, pendidik terlibat secara langsung dalam proses penelitian, berkolaborasi dengan siswa untuk merancang dan menerapkan kegiatan STEAM, kemudian mengevaluasi dampaknya terhadap pembelajaran. Penelitian tindakan memungkinkan penyesuaian dan perbaikan berkelanjutan berdasarkan umpan balik dari peserta, sehingga sangat relevan untuk konteks pendidikan yang dinamis seperti STEAM (Kemmis, McTaggart, & Nixon, 2014).
5. Studi Deskriptif: Studi deskriptif dalam STEAM sering digunakan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan praktik-praktik terbaik, tren, dan tantangan dalam implementasi STEAM di berbagai konteks pendidikan. Metode ini termasuk survei, kuesioner, dan studi dokumen yang bertujuan untuk mengumpulkan data tentang bagaimana program STEAM diimplementasikan, apa yang berhasil, dan di mana terdapat ruang untuk perbaikan. Studi deskriptif dapat menyediakan basis data yang kaya untuk analisis lebih lanjut atau untuk menginformasikan kebijakan pendidikan (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2019).

6. Studi Longitudinal: Studi longitudinal digunakan untuk mempelajari dampak jangka panjang dari pendidikan STEAM terhadap siswa. Dengan melacak perkembangan siswa selama beberapa tahun, penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana keterlibatan dalam pembelajaran STEAM memengaruhi prestasi akademik, keterampilan sosial, dan pilihan karier di masa depan. Studi longitudinal menghadapi tantangan seperti drop-out peserta, namun data yang dihasilkan sangat berharga untuk memahami dampak kumulatif STEAM (Fitzgerald & Schneider, 2020).
7. Pendekatan Evaluatif: Evaluasi program dalam konteks STEAM bertujuan untuk menilai efektivitas program, kurikulum, atau kebijakan. Pendekatan ini sering menggunakan kerangka kerja evaluasi seperti model Kirkpatrick atau CIPP (Context, Input, Process, Product) untuk mengevaluasi berbagai aspek program STEAM, dari perencanaan hingga hasil akhir. Evaluasi program membantu pendidik dan pembuat kebijakan memahami keberhasilan dan tantangan dalam implementasi STEAM serta membuat keputusan berbasis bukti untuk perbaikan (Stufflebeam & Zhang, 2017).
8. Metode Partisipatoris: Metode partisipatoris, seperti penelitian partisipatif dan desain berpusat pada pengguna, melibatkan siswa dan guru dalam proses penelitian untuk memastikan bahwa kebutuhan dan perspektif mereka diakomodasi dalam pengembangan program STEAM. Metode ini berfokus pada kolaborasi antara peneliti dan peserta untuk

menciptakan solusi yang relevan dan dapat diterapkan di lapangan. Pendekatan partisipatoris sangat berguna dalam konteks STEAM karena dapat menginspirasi inovasi yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa (Bergold & Thomas, 2012).

9. Penelitian Kualitatif Digital: Seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi dalam pendidikan, penelitian kualitatif digital menjadi relevan dalam konteks STEAM. Ini termasuk analisis interaksi di platform pembelajaran online, forum diskusi digital, dan media sosial. Penelitian kualitatif digital dapat mengungkapkan bagaimana siswa berinteraksi dengan teknologi dan satu sama lain dalam lingkungan pembelajaran digital, serta dampaknya terhadap keterlibatan dan hasil belajar (Leavy, 2017).
10. Metodologi Multidisipliner: Karena STEAM menggabungkan berbagai disiplin ilmu, penelitian dalam bidang ini sering kali membutuhkan pendekatan multidisipliner. Ini melibatkan penggunaan teori dan metode dari sains, teknologi, seni, dan pendidikan untuk menangani pertanyaan penelitian yang kompleks. Penelitian multidisipliner dalam STEAM memerlukan kolaborasi lintas disiplin dan integrasi berbagai perspektif untuk menciptakan pengetahuan baru yang relevan dengan pendidikan STEAM (Lederman & Lederman, 2019).

11.3 Studi Kasus: Riset Terbaru dalam Pendidikan STEAM

Subbab ini akan mengulas beberapa studi kasus terkini dalam pendidikan STEAM, menyoroti bagaimana riset dan implementasi inovatif berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Studi kasus ini mencakup berbagai pendekatan mulai dari penerapan teknologi canggih hingga pengembangan kurikulum yang terintegrasi, dengan tujuan memperlihatkan dampak nyata dari pendidikan STEAM di berbagai konteks.

1. Integrasi Teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam Pembelajaran STEAM

   Salah satu contoh yang menonjol adalah penelitian oleh Cheng dan Tsai (2019), yang mengeksplorasi penggunaan AR dan VR dalam kelas STEAM. Studi ini menemukan bahwa teknologi tersebut dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memfasilitasi pemahaman konsep yang kompleks, seperti geometri dan desain teknik. Dengan memanfaatkan lingkungan yang imersif, siswa dapat melakukan eksperimen virtual dan memvisualisasikan hasilnya secara real-time, yang memperkuat pemahaman konseptual dan keterampilan problem-solving mereka (Cheng & Tsai, 2019).

2. Pengembangan Kurikulum STEAM Berbasis Budaya Lokal

   Riset oleh Toma dan Greca (2018) menyoroti pengembangan kurikulum STEAM yang mengintegrasikan elemen budaya lokal untuk meningkatkan relevansi dan daya tarik pembelajaran bagi siswa. Studi kasus ini dilakukan

di sebuah sekolah dasar di Spanyol, di mana siswa diajak untuk merancang proyek seni dan teknologi yang terinspirasi dari tradisi setempat. Hasilnya menunjukkan peningkatan motivasi belajar dan keterlibatan siswa, terutama dalam kelompok siswa dengan latar belakang sosial-ekonomi rendah (Toma & Greca, 2018).

3. Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) dalam Pendidikan STEAM

Hsu, Lai, dan Hsu (2019) melakukan studi kasus mengenai implementasi pembelajaran berbasis proyek (PBL) dalam pendidikan STEAM di tingkat sekolah menengah. Penelitian ini menunjukkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sains dan teknologi tetapi juga mengembangkan keterampilan kolaboratif dan kemampuan komunikasi. Studi ini juga menekankan pentingnya peran guru sebagai fasilitator yang dapat mengarahkan siswa dalam menyelesaikan proyek yang berfokus pada solusi nyata untuk masalah dunia nyata (Hsu, Lai, & Hsu, 2019).

4. Implementasi STEAM dalam Pendidikan Inklusif untuk Siswa Berkebutuhan Khusus

Penelitian oleh Park, Dimitrov, dan Park (2020) mengeksplorasi penerapan pendidikan STEAM di sekolah inklusif. Mereka mengembangkan program STEAM yang dirancang khusus untuk siswa dengan kebutuhan khusus, seperti siswa dengan spektrum autisme. Studi ini menemukan bahwa pendekatan STEAM yang berbasis aktivitas dan interaksi langsung dapat membantu meningkatkan keterampilan sosial dan kognitif siswa, serta memberikan akses yang lebih

setara terhadap pendidikan berkualitas tinggi (Park, Dimitrov, & Park, 2020).

5. Kolaborasi dengan Industri untuk Proyek STEAM di Sekolah Menengah

Sebuah studi oleh Hernandez, Hobbs, dan Cantrell (2021) menggambarkan kolaborasi antara sekolah menengah dengan perusahaan teknologi lokal untuk mengembangkan proyek STEAM berbasis industri. Dalam proyek ini, siswa bekerja sama dengan insinyur untuk merancang solusi inovatif bagi masalah yang relevan dengan industri tersebut, seperti pengembangan aplikasi yang mendukung keberlanjutan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa kolaborasi semacam itu tidak hanya memperkuat keterampilan teknis siswa tetapi juga mempersiapkan mereka untuk karir di bidang STEM melalui pengalaman praktis dan mentoring (Hernandez, Hobbs, & Cantrell, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

Abror, M., Retnaningsih, L. E., Rosa, N. N., & Sinaga, S. E. N. S. (2021). Pelatihan Metode Pembelajaran Aktif Dan Menyenangkan Berbasis STEAM Bagi Guru PAUD Se-Kecamatan Gunung Kijang Provinsi Kepulauan Riau. *JCE (Journal of Childhood Education)*, *5*(2), 441-459.

Adhelacahya, K., Said, A. A. N., & Habsari, R. A. (2020). Inovasi Pembelajaran Berbasis Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) Pada Anak Berkebutuhan Khusus Di Era Revolusi Industri 4.0. Jurnal Ilmiah Penalaran dan Penelitian Mahasiswa, 4(1), 147-164.

Adiwijaya, S., & Ningrum, P. A. (2020). Bergesernya pola konsumsi masyarakat sebagai dampak dari mewabahnya virus corona. Jurnal Sosiologi, III(2), 46–54.

Amabile, T. M. (1996). Creativity in Context: Update to The Social Psychology of Creativity. Westview Press.

Amalia, D., Sutarto, J., Kurniawati, Y., & Pranoto, S. (2022). Pengaruh Pembelajaran Jarak Jauh Bermuatan STEAM Terhadap Karakter Kreatif dan Kemandirian. 6(3), 1233–1246. https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i3.1765

Amalia, F. (2024). Teknologi Augmented Reality (AR) Dan Virtual Reality (VR): Mengubah Cara Kita Berinteraksi Dengan Dunia. Jurnal Teknologi Pintar, 4(3).

Amalia, R., & Rahmawati, D. (2023). "Implementasi Model Pembelajaran STEAM untuk

Meningkatkan Kreativitas Siswa di Sekolah Dasar". Journal of Innovative Learning, 12(2), 45-60.

Amiruddin, M. Z. B., Magfiroh, D. R., Savitri, I., & Rahman, S. M. I. B. (2022). Analysis of the Application of the Steam Approach to Learning in Indonesia: Contributions to physics education. *International Journal of Current Educational Research*, *1*(1), 1-17.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2020). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman.

Andrade, H. L., & Brookhart, S. M. (2021). The Role of Classroom Assessment in Supporting Self-Regulated Learning. Routledge.

Andrade, H., & Brown, G. T. (2021). Handbook of Formative Assessment in the Disciplines. Routledge.

Anggraeni, G. (2022). Buku Panduan Aktivitas STEAM. Yogyakarta: Universitas PGRI Yogyakarta.

Anggraeni, Ganung, dkk. (2020). Buku Panduan Aktivitas STEAM. Universitas PGRI Yogyakarta. 13-15

Anindayati, A. T., & Wahyudi, W. (2020). Kajian Pendekatan Pembelajaran Stem Dengan Model Pjbl Dalam Mengasah Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. EKSAKTA : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA, 5(2), 217. https://doi.org/10.31604/eksakta.v5i2.217-225

Arifudin, R., Setiawan, A., Abidin, Z., Efrilianda, D. A., & Jumanto, J. (2022). Pembelajaran STEM

Berbasis Robotika Sederhana Bagi Guru Sekolah Dasar di Karimunjawa. ABDIMASKU: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 5(3), 570-578.

At-Taubany, Trianto Ibnu Badar, Suseno, Hadi. 2017. Desain Pengembangan Kurikulum 2013 Di Madrasah. Kencana. 372.

Ayuningsih, F., Malikah, S., Nugroho, M. R., Winarti, W., Murtiyasa, B., & Sumardi, S.(2022). Pembelajaran Matematika Polinomial Berbasis Engineering, Art And Mathematics Berbasis Project Based Learning. Jakarta: UM Jakarta Press.

Bae Yun-ju and Lee Jung-min. (2020). Pengaruh Pendidikan SW-STEAM Untuk Sekolah Dasar : Analisis Meta,‖ Journal Science Education 63 1–11.

Baker, D., & Galanti, T. (2017). Teaching for science literacy: Introduction to STEM education. Journal of STEM Education, 18(3), 24-32.

Banks, J. A., & Banks, C. A. M. (2021). Multicultural Education: Issues and Perspectives. John Wiley & Sons.

Barrett, H. C. (2021). Balancing the Two Faces of E-Portfolios. ISTE.

Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science , technology , engineering , and mathematics (STEM) subjects on students ' learning : A preliminary meta-analysis. Journal of STEM Education, 12(5), 23–37.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2010). Nurturing Creativity in the Classroom. Cambridge University Press.

Bennett, R. E. (2022). The Changing Nature of Educational Assessment. Princeton University Press.

Bergold, J., & Thomas, S. (2012). Participatory research methods: A methodological approach in motion. Forum: Qualitative Social Research, 13(1), 1-34.

Biteship. (2023). Berpikir Kreatif. Diakses dari https://biteship.com/blog/berpikir-kreatif/2023

Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors, 4, 1-21.

Brantanoto, V. Z., Latiana, L., & Formen, A. (2020). Penguatan Pembelajaran Jarak Jauh Anak Usia Dini Melalui Pendekatan STEAM Dan Pemberdayaan Keluarga. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjanaeminar Nasional Pascasarjana.

Brookhart, S. M. (2021). How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading. ASCD.

Brookhart, S. M. (2021). How to Make Decisions with Different Kinds of Student Assessment Data. ASCD.

Brown, G. T., & Green, T. D. (2021). The Essentials of Instructional Design: Connecting Fundamental Principles with Process and Practice. Routledge.

Budianto, A., & Sari, M. (2022). "Analisis Penerapan Metode Pembelajaran STEAM pada Mata Pelajaran Sains di SMP". Jurnal Pendidikan Sains, 10(1), 34-50.

Caratozzolo, P. (2022). Art as Metacognitive Tool for Critical Thinking in Engineering. In *Thinking: Bioengineering of Science and Art* (pp. 437-453). Cham: Springer International Publishing.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2019). A Case Study of Augmented Reality in a STEAM Course: Rethinking Teachers' Roles and Responsibilities. Computers & Education, 128, 119-130.

Connor, A.; Karmokar, S.; Whittington, C. From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *Int. J. Eng. Pedagog.* 2015, *5*, 37–47

Costantino, T. (2018). STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education. Arts Education Policy Review, 119(2), 100–106.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research. Sage Publications.

Darling-Hammond, L., & Adamson, F. (2021). Beyond the Bubble Test: How Performance Assessments Support 21st Century Learning. Jossey-Bass.

Dewey, J. (2021). Experience and Education. Simon and Schuster.

Dewi, R., & Nugroho, T. (2023). "Efektivitas Strategi Pembelajaran STEAM dalam Mengembangkan Kemampuan Problem Solving Siswa". Jurnal Ilmiah Pendidikan, 8(3), 78-95.

Epstein, J. L., & Sheldon, S. B. (2020). Family, School, and Community Partnerships: Your Handbook for Action. Corwin Press.

Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto, & Nurlaela, L. (2020). STEM : INOVASI DALAM PEMBELAJARAN VOKASI. Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejujuran, 17(1), 33–42.

Fatmawati, R.D. & Mariana, N.(2022). Penerapan pembelajaran STEAM melalui aktivitas make a non stop fountain untuk meningkatkan kreativitas siswa di sekolah dasar.

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2788/52966

Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan*, *10*(1), 209-226.

Fitzgerald, M. A., & Schneider, B. (2020). Longitudinal research: Development, design, and analysis. Annual Review of Psychology, 71, 577-601.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). How to design and evaluate research in education. McGraw-Hill Education.

Fullan, M. (2020). Leading in a Culture of Change. John Wiley & Sons.

Graham. (2020). Deconstructing the Bright Future of STEAM and Design Thinking.‖ Journal Art Education 73, no. 3 (2020) 1-8.

Gulikers, J. T. M., Biemans, H. J. A., & Mulder, M. (2020). "Enhancing Authenticity in Competence-Based Education: Creating

Cross-Links between Practice and Assessment". Journal of Vocational Education & Training.

Guskey, T. R. (2021). On Your Mark: Challenging the Conventions of Grading and Reporting. Solution Tree Press.

Hanik, E. U., Ulfa, M., Harfiyani, Z., Septiyani, F., Sabila, N., & Halimah, N. (2021). Pembelajaran Berbasis STEM Melalui Media Robotik Untuk Meningkatkan Keterampilan Siswa Abad 21 Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL). 1st ICIE: International Conference on Islamic Education, 1(1), 83-96. Diakses dari http://proceeding.iainkudus.ac.id/index.php/ICIE

Harpian (2023). Penerapan Pembelajaran Science, Technology, Engineering And Mathematics Pada Materi Konduktivitas Thermal Untuk Meningkatkan Literasi. Thesis UPI: tidak diterbitkan.

Hartono, Y., & Setiawan, D. (2023). "Pengaruh Pembelajaran STEAM terhadap Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Siswa". Journal of Educational Research and Development, 15(4), 101-120.

Hasnawati, Syaiful.A., Masdafi & Rusdiana. (2019). Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) Dengan Pendekatan Saintifik. Kemdikbud Repository. http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/18412

Hattie, J., & Timperley, H. (2021). "The Power of Feedback". Review of Educational Research.

Hernández, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Maheswaran, S., & Meyer, M. (2019). Measuring students' STEM self-efficacy: An evaluation of the STEM-SEM. International Journal of STEM Education, 6(1), 19.

Hernandez, S., Hobbs, L., & Cantrell, P. (2021). School-Industry Partnerships in STEAM Education: A Case Study of High School Collaboration with the Tech Sector. Education and Training, 63(2), 175-188.

Holroyd, C. (2020). Technological innovation and building a 'super smart' society: Japan's vision of society 5.0. Journal of Asian Public Policy, 15(1), 18–31. https://doi.org/10.1080/17516234.2020.1749340

Hsu, P. S., Lai, C. F., & Hsu, Y. S. (2019). A Project-Based Learning Approach to Enhancing STEAM Education in Secondary Schools. Journal of Science Education and Technology, 28, 219-231.

Hwang, G.-J., & Wu, P.-H. (2014). Applications, impacts and trends of mobile technology-enhanced learning: A review of 2008–2012 publications in selected SSCI journals. International Journal of Mobile Learning and Organisation, 8(2), 83-95.

Inayah, S., Sugiarni, R., Herman, T., Juandi, D., Pahmi, S., Supriyadi, E., . & Fauzi, A. L. (2022). Sosialisasi Penggunaan Teknologi Virtual Reality dan Augmented Reality dalam Pembelajaran untuk Menyongsong Era Metaverse. Jurnal Abdi Nusa, 2(3), 134-140.

ISTE. (2007). NETS for students. Second edition . https://www.iste.org/

Jaya, H. (2012). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. Jurnal Pendidikan Vokasi, 2(1), 81-90.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2021). Cooperation and Competition: Theory and Research. Interaction Book Company.

Johnson, R. L., Mims-Cox, J. S., & Doyle-Nichols, A. (2020). Developing Portfolios in Education: A Guide to Reflection, Inquiry, and Assessment. SAGE Publications.

Kang, Nam hwa, Minjeong Noh, Jineun Yu, Analisis Meta, Steam Sains, Nam-hwa Kang, Na-ri Lee. (2018). Meta-Analysis Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) Program Effect on Student Learning.‖ Jurnal Asosiasi Korea Untuk Pendidikan Sains 38 (6) 1–9.

Kartini, D., & Widodo, A. (2020, April). Exploring Elementary Teachers', Students' Beliefs and Readiness toward STEAM Education. In *Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar)* (Vol. 7, No. 1, pp. 58-69).

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). The action research planner: Doing critical participatory action research. Springer.

Kennedy, A.2005, Models of Contuinuing Professinal Development: A framework for Analysis, Journal of In service Education, 31 (2),235- 250

Khoiri, A. & Sunarno, W. (2018). Pendekatan Etnosains Dalam Tinjauan Fisafat. SPEKTRA, vol. 4, no. 2, 145, doi: 10.32699/spektra.v4i2.55.

Kimbell, R. (2022). Assessing Technology and Design Education: The Role of Performance Assessment. Routledge.

Konkus, Ö. C., & Topsakal, Ü. U. (2022). The Effects of STEAM-Based Activities on Gifted Students' STEAM Attitudes, Cooperative Working Skills and Career Choices. *Journal of Science Learning*, *5*(3), 398-410.

Kusuma, H., & Prasetyo, B. (2022). "Model Pembelajaran STEAM Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif Siswa". Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan, 9(2), 55-70.

Kwan, R., & Wong, B. T. M. (2021). Latest advances in STEAM education research and practice: a review of the literature. *International Journal of Innovation and Learning*, *29*(3), 323-339.

Leavy, P. (2017). Research design: Quantitative, qualitative, mixed methods, arts-based, and community-based participatory research approaches. The Guilford Press.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019). Research on teaching and learning in science education: Current status and future directions. Routledge.

Lestari, E., & Wijaya, A. (2023). "Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis". Jurnal Pendidikan Matematika, 14(1), 112-130.

Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. Art Education, 69(6), 44–49.

Maulidiansy, H., Novaliyosi, & Hendrayana, A. (2023). E-MOTIVECTOR (E-MODUL INTERAKTIF BERBANTUAN VIDEO CREATOR) YANG Corresponding Author : Hilda Maulidiansy. Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika, 6(2), 336–346. https://doi.org/https://doi.org/10.30605/proximal.v5i2.2932

McMillan, J. H. (2020). Classroom Assessment: Principles and Practice for Effective Standards-Based Instruction. Pearson.

Miller, J. W., & Doering, A. H. (2022). The Basics of Digital Learning: New Educational Technologies and Their Impact on Learning. Educational Technology Publications.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2021). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Theoretical Framework and Applications. Routledge.

Moon, J. A. (2020). Reflection in Learning and Professional Development: Theory and Practice. Routledge.

Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y. (2020). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21. Jurnal Bio Educatio, 5, 65-73.

Muhaimin, M., Sholikhah, A., & Nailufar, D. A. (2023). Pengembangan Buku Suplemen Intervensi Life Skill Berbasis STEAM Bagi Anak Berkebutuhan Khusus di Sekolah Dasar

Inklusi. Indonesian Journal of Humanities and Social Sciences, 4(3), 609-622.

Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES, 453–460.

Mulyati, M. (2023). Tren dan Pengembangan Keterampilan Berpikir Komputasional Anak Usia Dini pada Abad 21: Perspektif Teoretis. Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 7(4), 4155-4165.

Murwantini, S. (2023). Optimalisasi Asesmen Untuk Sekolah Menengah Kejuruan Pada Kurikulum Merdeka. STEAM Engineering (Journal of Science, Technology, Education And Mechanical Engineering). 4(2), 105-113

Naili, S. (2021). Implementasi model pembelajaran STEAM pada pembelajaran daring. Jurnal Review Pendidikan Dasar, 7(2), 123-128.

Nair, M. M., Tyagi, A. K., & Sreenath, N. (2021). The Future with Industry 4.0 at the Core of Society 5.0: Open Issues, Future Opportunities and Challenges. 2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), 1–7. https://doi.org/10.1109/ICCCI50826.2021.9402498

Nasrah, N. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) Pada Siswa Kelas IV SD. JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar), 6(1), 1-13.

Nawawi, I., & Swandari, T. (2021). Pengembangan Potensi Siswa Cerdas Intelektual Berbakat

Islami Melalui Program Akselerasi. Aulada: Jurnal Pendidikan Dan Perkembangan Anak, 3(2), 152-182.

Ni'matuzzahroh, Nurhamida Yuni. 2016. Individu berkebutuhan khusus dan pendidikan inklusif. Universitas Muhamadiyah Malang. 2

Noer Khosim.2017. Model-Model Pembelajaran. Surabaya: Suryamedia

Nur, N., & Nugraha, M. S. (2023). Implementasi Model Pembelajaran STEAM Dalam Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik Di RA Al-Manshuriyah Kota Sukabumi. Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika, 1(5), 73-93.

Nuragnia, B., Nadiroh, & Usman, H. (2021). PEMBELAJARAN STEAM DI SEKOLAH DASAR : IMPLEMENTASI DAN TANTANGAN STEAM LEARNING IN PRIMARY SCHOOL : IMPLEMENTATION. Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan, 6(2), 187–197. https://doi.org/DOI : 10.24832/jpnk.v6i2.2388

Nuragnia, B., Nadiroh, & Usman, H. (2021). Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar: Implemantasi dan Tantangan. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 6(2). https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388

Nurbaya, N. (2023). Identifying Prospective Biology Teachers' Digital Literacy Competence at Cenderawasih University. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(11), 10051–10058. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4908

Nurhasanah, A., & Ms, Z. (2021). JIKAP PGSD : Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan Penerapan

Pembelajaran Inovatif STEAM di Sekolah Dasar. 204–211.

Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi STEAM Dalam Pembelajaran Matematika. Jurnal Didactical Mathematics, 1(2), 41-50.

Nurramadhani, A., Kumala, F., & Permana, I. (2021, November). STEAM-based project learning: the effect to middle school's student's collaboration competences. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2098, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Nurul, A. (2022). Inovasi Pembelajaran di Masa Pandemi COVID-19 dengan Pendekatan STEAM di Era Society 5.0. JSIM: Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan. 2(6). http://dx.doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v2i6.134

Nuwa, A. A., Ngadha, C., Longa, V. M., Una, Y., & Wau, M. P. (2023). MENGENALI DAN MEMAHAMI KARAKTERISTIK PADA ANAK BERKEBUTUHAN KHUSUS DI TINGKAT SEKOLAH DASAR. Jurnal Pendidikan Inklusi Citra Bakti, 1(2), 191-202.

Park, M., Dimitrov, D., & Park, D. (2020). Inclusive STEAM Education for Students with Autism: A Case Study of Best Practices. Journal of Educational Research, 113(4), 299-312.

Permana, R., Mandala, E. P. W., Putri, D. E., & Yanto, M. (2022). Penerapan Teknologi Augmented Reality dan Virtual Reality dalam Peningkatan Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar. Majalah Ilmiah UPI YPTK, 7-12.

Prapanca, A., & Suartana, I. M. (2017). Simulasi virtual laboratorium untuk pengajaran

jaringan komputer. Journal Information Engineering and Educational Technology) ISSN, 2549, 869X.

Purba, Mariati, dkk. 2021. Modul Prinsip Pengembangan Pembelajaran Berdiferensiasi (Differentiated Instruction). Pusat Kurikulum Dan Pembelajaran Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi. 4

Purnawanto, A. T. (2023). Pembelajaran berdiferensiasi. Jurnal Pedagogy, 16(1), 34-54.

Purwanto, M. N. (2019). Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran.

Putri, A.R. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematik Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Pada Materi Segi Empat. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Repositoty.

Rachmah, L. L., Farantika, D., & Prawinda, R. A. (2022). Pembelajaran STEAM dengan media loose parts guna menstimulasi perkembangan anak. Jurnal Pendidikan: Riset Dan Konseptual, 6(3), 466.

Rahmawati, I. MENGEKSPLORASI LITERASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM PENDIDIKAN ANAK USIA DINI: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. Research in Early Childhood Education and Parenting, 4(2).

Reddy, Y. M., & Andrade, H. (2020). "A Review of Rubric Use in Higher Education". Assessment & Evaluation in Higher Education.

Riadi, M. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning/PjBL). Diambil dari https://www.kajianpustaka.com/2017/08/modelpembelajaran-berbasis-proyek.html

Rizkia Rahmah, Nita Rakhman. 2020. Implementasi Metode Steam Berbasis Media Film dalam Meningkatkan Aspek Kognitif pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jurnal Cerdas Energik Responsif Inovatif dan Adaptif (CERIA), Vol 3(3)

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2021). Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. The Guilford Press.

Sahih, A. (2015). A Practice-based Model of STEAM Teaching STEAM Students on the Stage (SOS)TM. Sense Publishers.

Sampoerna Academy. Contoh Proyek STEAM yang Dapat Dilakukan di Sekolah Online. Diakses dari https://www.sampoernaacademy.sch.id/id/contoh-proyek-steam-yang-dapat-dilakukan-di-sekolah-online/

Saputra, J. (2017). Pengaplikasian Teknologi Dalam Pembelajaran STEAM Pada Pelajaran Matematika. Diambil dari blog http://guraru.org/guruberbagi/pengaplikasianteknologi-dalampembelajaransteam-padapelajaranmatematika/

Sari, K.P, et al. (2021). STEAM (Sains, Teknologi, Engineerimh, Art And Mathematics). Tanggerang: UMJ Press.

Sihaloho, N. T. P., Silalahi, M., & Sujendra, B. (2020). COVID-19: Policy Evaluation to Protect Communities Through Social Safety Net. JPPUMA: Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Sosial Politik UMA (Journal of Governance and Political Social UMA), 8(2), 124–133.

Silverius, S. (1991). *Evaluasi hasil belajar dan umpan balik*. PT Grasindo.

Sochacka, N. W., Guyotte, K. W., & Walther, J. (2016). Learning Together: A Collaborative Autoethnographic Exploration of STEAM (STEM + the Arts) Education. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 15–42.

Starzinski, A. (2017). Foundational Elements Of A Steam Learning Model For Elementary School. 146.

Stiggins, R. J. (2020). Revolutionize Assessment: Empower Students, Inspire Learning. Corwin.

Stufflebeam, D. L., & Zhang, G. (2017). The CIPP evaluation model: How to evaluate for improvement and accountability. Guilford Press.

Subramaniam, M. M., Ahn, J., Fleischmann, K. R., & Druin, A. (2012). Reimagining the Role of School Libraries in STEM Education : Creating Hybrid Spaces for Exploration. The Library Quarterly, 82(2), 161–182. https://doi.org/https://doi.org/10.1086/664578

Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang. Pinisi Journal Of Education, 2, (1), 217-223.

Sun & Jeong. (2015). Pengaruh Program Pemantauan Perubahan Iklim Pada Pengetahuan Mahasiswa Dan Persepsi STEAM Pendidikan Di Korea.‖ Eurasia Jurnal of Matematika, Sains & Teknologi Pendidikan 11(2), 1-18.

Suryani, L., & Fajar, M. (2023). "Penerapan Metode STEAM untuk Meningkatkan Kreativitas dan Inovasi Siswa di Sekolah Menengah Atas". Journal of Science Education, 11(2), 88-10

Syahrul, F., & Nidaul, F. (2022). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Dengan Pendekatan Quantum Di SMP Bumi Cendekia Yogyakarta. Ngaji, Jurnal pendidikan Islam. 2(1).

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). Integrating Local Culture into STEAM Curriculum: A Case Study in Elementary Education. International Journal of Science and Mathematics Education, 16(3), 553-574.

Topping, K. J. (2020). "Peer Assessment: Theory into Practice". Assessment & Evaluation in Higher Education.

Triprani, E. K., Sulistyani, N., & Aini, D. F. N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL Terhadap Kemampuan Problem Solving pada Materi Energi Alternatif di SD. Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan, 13(2), 176-187

Triprani, E. K., Sulistyani, N., & Aini, D. F. N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL Terhadap Kemampuan Problem Solving pada Materi Energi Alternatif di SD. Scholaria:

Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan, 13(2), 176-187.

Upayogi, I. N. T., & Juliawan, I. W. (2019). Reduksi miskonsepsi melalui pembelajaran berbasis virtual lab. Journal of Teaching and Learning Physics, 4(2), 45-53.

Usman, Moh. Uzer, Setiawan Lilis. Upaya Optimalisasi Kegiatan Belajar-Mengajar. Bandung: PT.Remaja Rosdakarya, 1993, h. 108

Van der Schaaf, M. F., Stokking, K. M., & Verloop, N. (2020). "Developing and Validating a Design for Teacher Portfolio Assessment". Assessment & Evaluation in Higher Education.

W Liliawati, H. Rusnayati, Purwanto, G Aristantia. ―Implementasi Pendidikan STEAM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep.‖ Jurnal Seri Konferensi IOP: Ilmu Dan Teknik Material 288, no. 1 (2020): 1–7.

Wahyuningsih, S., Pudyaningtyas, A. R., Hafidah, R., & Munif, M. (2020). Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Efek Metode STEAM pada Kreatifitas Anak Usia 5-6 Tahun Abstrak Abstact. Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 4(1), 295–301. https://doi.org/10.31004/obsesi.v4i1.305

Widiyatmoko, A., Yanitama, A., Arifudin, R., Pamelasari, S. D., Darmawan, M. S., Astutianingtyas, D. F., & Saputra, A. (2023). Peningkatan Pemahaman Sains, Coding, dan Robotik Berbasis STEM untuk Guru Matematika dan IPA SMP Kota Semarang. Journal of Community Empowerment, 3(1), 7-14.

Widiyawati, Y., Khasanah, M., & Farhatin, A. H. (2022). Adaptasi Kurikulum Pembelajaran IPA Di Sekolah Inklusif SDN Gajahmungkur 02 Kota Semarang. CENDEKIA: Jurnal Ilmu Sosial, Bahasa dan Pendidikan, 2(3), 139-148.

Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2020). Understanding by Design. ASCD.

Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods. Sage publications.

Yoenanto, N. H. (2012). Hubungan antara self-regulated learning dengan selfefficacy pada siswa akselerasi sekolah menengah pertama di Jawa Timur. Jurnal Insan Media Psikologi, 12(2).

Yulianto, I. (2024). Analisis Classrooms Assessment: Remedial, Pengayaan, Pendekatan Acuan Patokan (PAP) dan Pendekatan Acuan Normatif (PAN). Grata: Jurnal Inovasi Pendidikan, 1(1), 27-36.

Zikry, I., F. (2024). Pentingnya Pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) di Abad-21. JSE: Journal Sains and Education. 2(1). https://journal.sabajayapublisher.com/index.php/jse

Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, And Mathematics): Pembelajaran Untuk Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21. Prosiding Seminar Pendidikan UM tahun 2019.

Zuliansyah, M. R. (2021). Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Hewan Langka Di Lindungi Di Indonesia. Jurnal

Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak, 2(1), 1-15.

BIOGRAFI PENULIS

Nurbaya, S.Pd., M.Pd., lahir di Maros 20 Februari 1993, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Pada tahun 2010, menempuh Pendidikan S-1 di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Alauddin Makassar. Lulus S-1 tahun 2014, kemudian di tahun 2015 melanjutkan studi Magister Prodi Pendidikan Biologi di Pasca Sarjana Universitas Negeri Makassar, lulus tahun 2017. Sejak Tahun 2014 – 2021 tercatat sebagai Guru Honorer di SMPN 13 Bontoa Maros. Selama 4 tahun (periode 2017-2021) mengajar di Yayasan Assakinah Bantimurung pada jenjang pendidikan MA dan MTs. Tahun 2022 sampai sekarang aktif sebagai Dosen Tetap di Program Studi-S1 Pendidikan Biologi, Fakulats Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua.

Dinda Widyastika, M.Pd., lahir pada tanggal 23 Oktober tahun 1994 di Besitang Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pendidikan TK hingga SMP diselesaikan di Besitang, Langkat. Kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Dharma Patra P. Berandan. Sarjana Pendidikan Jurusan Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) diselesaikan pada tahun 2017 di

Universitas Negeri Medan dan lanjut Magister Pendidikan Jurusan Pendidikan Dasar konsentrasi IPA ditamatkan pada tahun 2020 di Universitas Negeri Medan. Pengalaman mengajar dimulai sejak tahun 2017, yaitu sebagai guru kelas di tingkat Sekolah Dasar (SD). Pada tahun 2021 diangkat menjadi dosen tetap di Fakultas Hukum dan Pendidikan Universitas Battuta Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. Selain mengajar, penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah yang dilakukan antara lain, penelitian di bidang pendidikan. Selain itu, aktif mengikuti kegiatan seminar, lokakarya, pelatihan dan lainnya didaerah dan nasional baik sebagai peserta maupun sebagai pemateri khususnya yang berkaitan dengan pendidikan. Penulis juga memiliki buku yang berjudul Konsep Pembelajaran IPA Sekolah Dasar dan Inovasi Pembelajaran pada tahun 2023.

Zuli Nuraeni, M. Pd. Dilahirkan di Wonosobo, 20 Juli 1988. Saat ini bekerja sebagai dosen Pendidikan Matematika Universitas Sriwijaya. Menempuh pendidikan SD hingga SMA di Kota Wonosobo, dan melanjutkan studi di perguruan tinggi di S1 Pendidikan Matematika Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta dan S2 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Yogyakarta mengambil dan Saat ini sedang menempuh pendidikan doktoral di Program studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan di Universitas Negeri Yogyakarta.

Shorihatul Inayah lahir di Tuban, 4 Maret 1978. Anak ke-1 dari H. M. Shobirin Muchtar dan Hj. Hidayatin. Pendidikan di MI Salafiyah Mandirejo (1989), SMP Mu'allimin Tuban (1992), SMA Bahrul 'Ulum Tambak Beras Jombang (1995), S-1 Pendidikan Kimia di UM (2002), S-2 Kimia di UM (2021), S-3 Pendidikan Kimia UM juga dalam proses penyelesaian Disertasi. Sedikit mengerti ilmu agama pernah nyantri di Ponpes Al-Fathimiyyah Bahrul 'Ulum Tambak Beras Jombang, latar belakang inilah menjadikannya moderat. Sosok guru ini berprestasi, deret prestasi tingkat Kabupaten, Provinsi, Nasional. Yaitu, Juara 3 PTK Kabupaten Tuban (2009), Juara 3 Baca Do'a Putri Kemenag Tuban (2011), Juara 1 Guru Madrasah Berprestasi Kabupaten Tuban (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2023.) Di Lingkungan Dinas Pendidikan Bumi Wali juga meyabet Juara 3 Guru Prestasi dan Berdedikasi Kabupaten Tuban (2016). Tingkat Provinsi Jawa Timur Guru Prestasi MA tahun 2013 meraih Juara Harapan 2, 2014 Juara harapan 1, 2016 Juara harapan 1, 2017 Juara harapan 2 dan Anugeah GTK 2023. Prestasi Nasional Juara Harapan 1 Lomba KTI Guru Kimia di ITB 2017. Kegiatan Forum Ilmiah dari Simposium Nasional, International berusaha aktif. Tahun 2019 meraih paper terbaik di Simposium Guru Madrasah Nasional. Moderator ISOE GTK Kemenag RI, dan Reviewer Jurnal Madaris. Tidak hanya prestasi akademik, prestasi Juara 3 Kebaya Kartini Kemenag Tuban 2015. Selain berprestasi untuk diri sendiri, juga membimbing siswa menjadi

berprestasi. Peraih Satya Lencana ini sejak 2003 menjadi Guru di MAN 1 Tuban sampai sekarang prestasi tiada henti ditorehkan. Hobi wanita ini mengikuti pengembangan kompetensi, kompetisi dan menulis yang terpublish. Sekarang aktif dalam kegiatan MGMP Kimia Kabupaten Tuban dan Provinsi Jawa Timur, Bendahara KGII (Komunitas Guru Inovatif Indonesia), Reviewer Jurnal Madaris GTK Kemenag RI, Tim AMI SMART Kemenag Tuban, Fasda Kimia PKB Kemenag, Pengurus Permapendis Indonesia , Pengurus Komgurindo, Pengurus APKS PGRI Kabupaten Tuban, Guru Ahli PBG Tuban. Adapun Karya tulis terpublish di Google Scholar sudah terindex sinta sejak 2017, tercatatkan diHKI sejak 2022, terindex scopus sejak tahun 2023 serta buku-buku yang berISBN diterbitkan Edupedia Publisher Sejak 2024.

Sabri, S.Pd.I., M.Pd., lahir pada tanggal 13 Juli 1988 di Sibungke. Anak ke-2 dari pasangan Alm. Bahaudin dan Nuraya. Memiliki beberapa media sosial, yaitu sabri kombih (facebook), alamat e-mail sabrikombih52@gmail.com.

Penulis pernah menempuh pendidikan di SDN Subulussalam Kecamatan Simpang Kiri Kota Subulussalam Provinsi Aceh (1995-2001), MTsN Subulussalam Kecamatan Simpang Kiri Kota Subulussalam Provinsi Aceh (2001-2004), MAN Subulussalam Kecamatan Penanggalan Kota Subulussalam Provinsi Aceh (2004-2007), S-1 PGMI FITK IAIN Sumatera Utara Medan (2007-2012), S-2 Pendidikan Dasar UNIMED Konsentrasi PKn (2013-

2016). Pengalaman kerja, yaitu pernah sebagai guru MDA At Thaharah di Medan Perjuangan, dosen tetap IAIN Padangsidimpuan (2016-2019), sekarang menjadi dosen tetap dengan jabatan fungsional asisten ahli di prodi PGSD Institut Pendidikan Tapanuli Selatan Padangsidimpuan (2019-sekarang), reviewer JIPDAS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (2020-sekarang). Selain mengajar, penulis juga menjadi narasumber dan presenter di lingkup lokal, nasional maupun internasional. Penulis juga pernah mendapatkan hibah penelitian BOPTN di IAIN Padangsidimpuan pada tahun 2018. Saat ini penulis aktif dalam melakukan kajian baik dalam pengajaran, penelitian, dan pengabdian yang berkaitan dengan kreativitas dalam pembelajaran.

Munifah Ramon Buhungo, S.Pd, M.Pd. Lahir di Gorontalo 17 April 1973. Guru di MAN 1 Kab. Gorontalo. MAN 1 Kab Gorontalo adalah Madrasah Riset Plus Keterampilan. Telah mengikuti diklat yang berkenaan dengan penguatan kompetensi pedagogik dan profesional mata pelajaran Kimia, diantaranya; (1) diklat di jakarta tahun 2006, dan 2016, 2) diklat di makassar, tahun 2021, 2023, (3) diklat di manado, tahun 2020. Menjadi pembimbing/pendamping murid, yaitu pada; (a) Pramuka MAN 1 Kab Gorontalo GUDEP 104, (b) Pembimbing Mayres, tahun 2021 s,d sekarang, (c) Pembimbing/Pendamping Olimpiade Kimia Nasional, Kompetisi Sains Madrasah (KSM) dan Peserta Finalis Nasional KSM Pontianak tahun

2016, (d) Pembimbing Science Club Kimia, 2023 s.d sekarang, (e) Pendamping/Pembimbing program riset 2021 s.d sekarang 2024 dan (f) Guru Mata Pelajaran Kimia, dan Guru Wali Kelas IPA Kelas XII 2020 s.d sekarang 2024. Menikah dengan Dr. Masri Kudrat Umar, S.Pd, M.Pd, dikaruniai anak, yaitu A. Aqil M. Kudrat, Aqilah Putri Masri, dan Ayilah Putri Masri.

Mulai mengembangkan kebiasaan menulis, Mulhimah Sidqiyah Kau, S.Si., M.PKim, yang berprofesi sebagai Pengajar Kimia di MAN 1 Kabupaten Gorontalo ini mengawali karirnya sebagai guru pada tahun 1998 di MAN Insan Cendekia Gorontalo. Beliau Lahir di Gorontalo 1 Juni 1973 dan menuntaskan S1 di Jurusan Kimia ITB pada tahun 1997. Selanjutnya Ibu dua putra penyuka traveling ini mendapatkan kesempatan melanjutkan Pendidikan di Magister Pengajaran Kimia ITB pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2009. Sejak 2021, Pengurus Ormas Persaudaraan Muslimah (Salimah) Wilayah Provinsi Gorontalo ini juga mendapatkan amanah sebagai Pengelola Lembaga Wakaf Produktif Yayasan Haji Hamrain Kau yang mengurus Lembaga Pondok Pesantren Alfalah Limboto Barat di Kabupaten Gorontalo.

Lela Nurlela, S. Psi., M. Pd lahir di Garut Pada tanggal 28 Oktober 1980. Anak ke-4 dari 7 bersaudara dari Hj Nengsih dan H. E. Saefudin. Penulis menyelesaikan program S1 jurusan Psikologi di UIN Sunan Gunung Djati Bandung tahun 2004. Kemudian tahun 2015 melanjutkan program S2 Jurusan Teknologi Pendidikan di STKIP Garut. Keseharian penulis sebagai guru Bimbingan Dan Konseling (BK) di MAN 2 Garut. Pengalaman lainnya menjadi Fasilitator Daerah BK MA kab. Garut tahun 2021-2024 program PKB Guru dan Tendik Madrasah. Peserta aktif pada program Guru Madrasah Menulis (GMM) dan ISOE pada tahun 2023. Keaktifan di organisasi menjadi Bendahara MGBK MA Jawa Barat (tahun 2020-2024). Sekretaris MGBK MA Kab. Garut (2021-2024). Penulis Memulai aktif menulis kembali di tahun 2023 dengan menerbitkan jurnal dan beberapa buku kolaborasi dengan guru-guru madrasah dan buku Antologi lainnya. Penulis pernah Mendapatkan penghargaan dari Kantor Kementerian Agama Kab. Garut sebagai Penulis pada program Guru Madrasah Menulis (GMM) tahun 2024.

Diah Citra Ningrum lahir di Purwokerto pada tanggal 18 Desember 1979 . Anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Negeri XII Aren Jaya di Kota

Bekasi pada tahun 1986. Menyelesaikan pendidikan di MTs Negeri 1 Kota Bekasi pada tahun 1995 dan lulus dari MA Negeri 1 Kota Bekasi pada tahun 1998, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Strata satu di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta sejak tahun 1998 hingga tahun 2003. Selanjutnya penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Jenjang Magister Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta sejak tahun 2016 hingga januari tahun 2021. Segala saran, kritik atas pertanyaan mengenai tulisan ini dapat menghubungi penulis melalui email: nunhagarini@gmail.com

Hanida Listiani, M.Pd. Lahir pada tanggal 18 September 1994 di Desa Tribudisyukur Kecamatan Kebun Tebu Kabupaten Lampung Barat. Merupakan anak pertama dari pasangan Ayah Distomi SP. dan Ibu Rohayati. Berasal dari keluarga sederhana. Menempuh Pendidikan S1 Pendidikan Biologi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan lulus pada tahun 2017 dengan gelar Sarjana Pendidikan. Kemudian melanjutkan Pendidikan Pascasarjana dengan Prodi yang sama yaitu Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Yogyakarta dan lulus pada tahun 2021 dengan gelar Magister Pendidikan. Memiliki pengalaman mengajar di SMK Negeri 1 Kebun Tebu selama 6 bulan tepatnya dimulai pada bulan Juli 2021 sebelum akhirnya diangkat menjadi dosen tetap pada tahun 2022 sampai sekarang di Universitas Cenderawasih. Penulis juga menekuni

menulis berupa artikel penelitian dan PKM serta buku.

Nia Kania, M.Pd., merupakan salah satu dosen pada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Majalengka dari tahun 2014-sekarang. Pada tahun 2022 penulis menempuh Program Doktor di Universitas Pendidikan Indonesia pada program studi Pendidikan Matematika dengan Beasiswa LPDP. Sejak tahun 2016, penulis mulai aktif menulis baik pada jurnal ilmiah maupun buku referensi. Salah satu kajian penulis adalah evalusi dalam pembelajaran matematika. Saat ini, penulis merupakan *Editor in chief* di *International Journal of Mathematics and Mathematics Education.*

View publication stats

PONDOK PESANTREN PUTRI
Al-Fathimiyyah Bahrul 'Ulum
TAMBAKBERAS
JOMBANG – INDONESIA
www.tambakberas.com

MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 TUBAN
JL. H.O.S. COKROAMINOTO NO. 4 TUBAN – JAWA TIMUR
www.man1tuban.sch.id

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
UM

EDUPEDIA
Publisher